



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01N 33/53		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/13017 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06316		(74) Anwälte: WEICKMANN, H. usw.; Kopernikusstrasse 9, D-81679 München (DE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. August 1999 (27.08.99)		(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 198 39 254.0 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 255.9 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 256.7 28. August 1998 (28.08.98) DE 199 07 080.6 19. Februar 1999 (19.02.99) DE 199 24 327.1 27. Mai 1999 (27.05.99) DE		Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FEBIT FERRARIUS BIOTECHNOLOGY GMBH [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): STÄHLER, Cord, F. [DE/DE]; Siegfriedstrasse 9, D-69469 Weinheim (DE). STÄHLER, Peer, F. [DE/DE]; Riedfeldstrasse 3, D-68169 Mannheim (DE). MÜLLER, Manfred [DE/DE]; Reuterstrasse 76/b, D-80689 München (DE). STÄHLER, Fritz [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE). LINDNER, Hans [DE/DE]; Vierreichweg 27, D-70569 Stuttgart (DE).			
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AND/OR ANALYZING BIOCHEMICAL REACTION SUPPORTING MATERIALS			
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG UND/ODER ANALYSE VON BIOCHEMISCHEN REAKTIONSTRÄGERN			
(57) Abstract			
The invention relates to the use of a controllable illumination matrix for producing an optionally adjustable illumination pattern in the field of biotechnology and especially for the production and manipulation of supporting materials coated with biologically or chemically functional materials, in particular, whereby such an illumination matrix is used for producing illumination patterns on or in the supporting material. A reflection matrix having a mirror arrangement which can be deformed in a controlled manner is preferably used as an illumination matrix.			
(57) Zusammenfassung			
Die Erfindung befaßt sich mit der Verwendung einer zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbaren Belichtungsmatrix im Bereich der Biotechnologie und insbesondere für die Herstellung und Manipulation von mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägern im Speziellen, wobei zur Erzeugung von Belichtungsmustern auf oder in dem Träger eine solche Belichtungsmatrix herangezogen wird. Vorzugsweise wird als Belichtungsmatrix eine Reflexionsmatrix mit einer gesteuert deformierbaren Spiegelanordnung verwendet.			
BEST AVAILABLE COPY			

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**"Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung und/oder Analyse von
biochemischen Reaktionsträgern"**

5

Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit der Verwendung einer zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbaren Belichtungsmatrix, insbesondere programmierbaren Lichtquellenmatrix, im Bereich der Biotechnologie im Allgemeinen und für die Herstellung, Manipulation und Analyse von opto-fluidischen Reaktionsträgern im Speziellen.

Durch eine Miniaturisierung bei gleichzeitiger Funktionsintegration von Bauteilen, Komponenten und ganzen Systemen werden in vielen Technologiefeldern neue Anwendungen erschlossen. Diese Anwendungen reichen von der Sensorik über Mikrosystemtechnik (z.B. komplexe BioChips unter Verwendung der Halbleitertechnik) bis zur Aktorik (z.B. in Form von Mikropumpen). Die Branchen reichen vom klassischen Maschinenbau über Automobil- und Luftfahrtindustrie bis zur Medizintechnik und der zukunftsweisenden Biotechnologie. In der Medizintechnik werden beispielsweise neue Implantate entwickelt und im Bereich der Pharma industrie werden neue Technologien für die effiziente Entwicklung neuer Medikamente und Diagnosesysteme mit enormen Aufwand vorangetrieben. Von dieser Entwicklung profitiert aufgrund des großen Potentials besonders die Biotechnologie.

Für eine wirtschaftliche Produktion im Mikrobereich werden neue Verfahren entwickelt, die den veränderten Randbedingungen gerecht werden. Das gleiche gilt für die benötigten Inspektionstechniken für die Überwachung der miniaturisierten Vorgänge.

- 2 -

Für die Grundlagenforschung in den Biowissenschaften und für die medizinische Diagnostik sowie einige andere Disziplinen ist die Erfassung biologisch relevanter Information (meist in Form genetischer Information) in definiertem Untersuchungsmaterial von herausragender Bedeutung. Dabei
5 liegt die genetische Information in Form einer enormen Vielfalt von unterschiedlichen Nukleinsäuresequenzen vor, der DNA (desoxyribonucleic acid). Die Realisation dieser Information führt über die Herstellung von Abschriften der DNA in RNA (ribonucleic acid) meist zur Synthese von Proteinen, die ihrerseits häufig an biochemischen Reaktionen beteiligt sind.

10

Ein leistungsfähiges System-Format für die Erfassung dieser Fülle an Informationen ist der sog. BioChip. Unter BioChips werden in diesem Zusammenhang stark miniaturisierte, hoch parallele Assays verstanden. Die Detektion von bestimmten Nukleinsäuren und die Bestimmung der Abfolge
15 der vier Basen in der Kette der Nukleotide (Sequenzierung) liefert wertvolle Daten für Forschung und angewandte Medizin. In der Medizin konnte in stark zunehmendem Maße durch die in vitro-Diagnostik (IVD) ein Instrumentarium zur Bestimmung wichtiger Patientenparameter entwickelt und dem behandelnden Arzt zur Verfügung gestellt werden. Für viele
20 Erkrankungen wäre eine Diagnose zu einem ausreichend frühen Zeitpunkt ohne dieses Instrumentarium nicht möglich. Hier hat sich die genetische Analyse als wichtiges neues Verfahren etabliert (z.B. Falldiagnose von Infektionskrankheiten wie HIV oder HBV, genetische Prädisposition für bestimmte Krebsarten oder andere Erkrankungen, oder in der Forensik). In
25 enger Verzahnung von Grundlagenforschung und klinischer Forschung konnten die molekularen Ursachen und (pathologischen) Zusammenhänge einiger Krankheitsbilder bis auf die Ebene der genetischen Informationen aufgeklärt werden. Diese Entwicklung steht allerdings noch am Anfang, und gerade für die Umsetzung in Therapiestrategien bedarf es stark intensivierter
30 Anstrengungen. Insgesamt haben die Genomwissenschaften und die damit verbundene Nukleinsäureanalytik sowohl zum Verständnis der molekularen Grundlagen des Lebens als auch zur Aufklärung sehr komplexer

Krankheitsbilder und pathologischer Vorgänge wichtige Beiträge geleistet. Darüber hinaus liefert die genetische bzw. gentechnische Analyse bereits heute ein breites diagnostisches Methodenspektrum.

- 5 Die weitere Entwicklung in der medizinischen Versorgung wird durch die Explosion der Kosten belastet, die mit entsprechend aufwendigen Verfahren verbunden sind. So kostet die Bestimmung von genetischen Risikofaktoren durch Sequenzierung derzeit noch mehrere hundert bis mehrere tausend US-Dollar. Hier muß nicht nur auf die Realisation der Möglichkeiten an 10 diagnostischem und therapeutischem Nutzen gedrängt, sondern auch eine Integration in ein tragfähiges, finanzierbares Gesundheitssystem vorangetrieben werden.

Eine Anwendung entsprechender Technologien in der Forschung kann 15 ebenfalls nur dann in breitem Umfang und auch im akademischen Bereich erfolgen, wenn die damit verbundenen Kosten reduziert werden. Hier zeichnet sich ein Paradigmenwechsel für die Forschung in den Biowissenschaften ab:

- 20 Das Nadelöhr der Entschlüsselung primärer genetischer Information (Basensequenz im Genom) und der Erfassung des genetischen Aktivitätszustandes (als Boten-RNA umgeschriebene Gene) von Zellen und Geweben fällt mit der Verfügbarkeit ausreichend billiger, leistungsfähiger und flexibler Systeme weg. Die Arbeit kann sich dann auf die (sehr komplexe) Aufgabe 25 der Auswertung und Kombination der betreffenden Daten konzentrieren. Daraus sollten sich neue Erkenntnishorizonte für die Biologie und in der Folge neue biomedizinische Therapien und Diagnosemöglichkeiten ergeben.

Bei den vorstehend bereits genannten BioChips handelt es sich um 30 miniaturisierte hybride Funktionselemente mit biologischen und technischen Komponenten, z.B. auf der Oberfläche eines Trägers (Außenoberfläche oder/und Innenoberfläche) immobilisierte Biomoleküle, die als spezifische

Interaktionspartner dienen können, und eine Matrix, z.B. Silizium-Matrix. Häufig weist die Struktur dieser Funktionselemente Reihen und Spalten auf; man spricht dann von Chip-"Arrays". Da tausende von biologischen bzw. biochemischen Funktionselementen auf einem solchen Chip angeordnet sein
5 können, müssen diese in der Regel mit mikrotechnischen Methoden angefertigt werden.

Als Verfahren für die Herstellung dieser Arrays kommen im Wesentlichen zwei Prinzipien zur Anwendung. Das Aufbringen fertiger Sonden bzw.
10 Funktionselementen auf den Reaktionsträger, was derzeit überwiegend angewendet wird, oder das In-situ-Synthetisieren der Sonden auf dem Träger. Als Geräte werden sogenannte mikrofluidische Spotter für beide Prinzipien angewandt. Für die In-situ-Synthese kommen auch photolithographische Verfahren zur Anwendung.

15 Als biologische und biochemische Funktionselemente kommen insbesondere in Frage: DNA, RNA, PNA, (bei Nukleinsäuren und ihren chemischen Derivaten können z.B. Einzelstränge, Triplex-Strukturen oder Kombinationen hier von vorliegen), Saccharide, Peptide, Proteine (z.B. Antikörper, Antigene,
20 Rezeptoren), Derivate der kombinatorischen Chemie (z.B. organische Moleküle), Zellbestandteile (z.B. Organellen), Zellen, Mehrzeller, Zellverbände.

25 Für die Anwendungen in der Halbleitertechnologie gibt es am Markt verfügbar eine Vielzahl von photolithographischen Systemen zur belichtungsabhängigen Erzeugung feiner und feinster Strukturen mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge (Energie) bis unter 200 nm. Je feiner die zu erzeugenden Strukturen sind, desto kürzer muß auch die verwendete Wellenlänge sein. So können Strukturen im sub- μ m-Bereich, welche an sich schon im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (400-800 nm) liegen, nur mit hochenergetischer Strahlung deutlich kürzerer Wellenlänge erzeugt werden.

Photolithographiesysteme bestehen prinzipiell aus einer Lampe als Energie- bzw. Lichtquelle und einer photolithographischen Maske, welche durchsichtige und undurchsichtige Bereiche aufweist und so im Durchlichtstrahlengang ein Belichtungsmuster erzeugt. Dieses Belichtungsmuster wird durch optische Elemente auf dem zu belichtenden Gegenstand abgebildet (z.B. um den Faktor 100 verkleinert). Dadurch wird eine Linie auf der Maske von 0,1 mm Breite auf 10 μm reduziert. Üblicherweise werden für die Herstellung einer Mikrostruktur in bzw. auf einem Silicium-Wafer 10 bis 30 Belichtungsschritte benötigt. Auf diese Anzahl sind die Systeme ausgelegt und ermöglichen mittels Magazinen und Handhabungsgeräten einen automatischen Maskenwechsel.

Aus einer quasi-makroskopischen Struktur der Maske wird damit eine mikrostrukturierte Abbildung auf dem zu belichtenden Körper, z.B. dem Silicium-Wafer. Zur Erzeugung einer photolithographischen Maske werden ebenfalls wieder photolithographische Systeme eingesetzt, welche natürlich nur eine entsprechend geringere Auflösung und je nach Herstellverfahren auch nur einen entsprechend niedrigeren Energieeintrag benötigen. Es handelt sich dabei um einen zyklischen Vorgang, welcher durch das große Marktvolumen der Halbleiterindustrie sehr weit vorangetrieben und perfektioniert wurde.

Für die Herstellung der Photolithographie-Masken kommen bei der Firma GeSim bereits LCD-Photoplotter der Firma Mivatec zum Einsatz. Dies ist möglich, da die Masken-Strukturen von der Größe der Struktur her sowie der benötigten Wellenlänge her eine Belichtung im Bereich des sichtbaren Lichtes erlauben. Damit ist eine schnellere und flexiblere Herstellung von Masken möglich. Dies ist für die Halbleitertechnologie aufgrund der begrenzten Anzahl an benötigten Masken ausreichend, da erst der Funktionstest den Erfolg der Mikrostrukturierung zeigt und somit in der Regel immer ausreichend Zeit für die Produktion neuer oder besserer

Masken bleibt. Insgesamt ist die Herstellung der Masken jedoch teuer, zeitaufwendig und wenig flexibel.

Bei der Verwendung der Photolithographie für die lichtinduzierte in situ-Synthese von DNA (Synthese direkt auf dem BioChip) werden vom Institut Affymax sowie von der Firma Affymetrix bereits handelsübliche Belichtungssysteme zur Herstellung von hochdichten DNA-Mikroarrays eingesetzt (Referenzen: US 5,744,305, US 5,527,681, US 5,143,854, US 5,593,839, US 5,405,783). Die eingesetzte Wellenlänge ist auf 300-400 nm beschränkt. Für jede Änderung des Belichtungsmusters ist ein Wechsel der Maske erforderlich. Dies ist extrem hinderlich, da für die Produktion zum Beispiel eines DNA-Arrays mit 25 Bausteine langen Oligonukleotiden (25mere) je Meßplatz ca. 100 individuelle Belichtungszyklen benötigt werden.

15

Im Allgemeinen haben die Reaktionsträger eine 2D-Basisfläche für das Beschichten mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien. Die Basisflächen können beispielweise auch von Wänden einer oder mehrerer Kapillaren oder von Kanälen gebildet sein. Eine Weiterführung der Geometrie ist eine 3D-Struktur, bei der die Analyse und gegebenenfalls auch Manipulation respektive Steuerung von Reaktionen in einer 2D-Anordnung erfolgen.

Vor allem in den USA wird die Entwicklung von miniaturisierten BioChips mit enormen Mitteln vorangetrieben.

Zum Stand der Technik kann z.B. auf folgende Publikationen hingewiesen werden:

- 30 1. Nature Genetics, Vol. 21, supplement (gesamt), Jan. 1999 (BioChips)
2. Nature Biotechnology, Vol. 16, S. 981-983, Okt. 1998 (BioChips)
3. Trends in Biotechnology, Vol. 16, S. 301-306, Jul. 1998 (BioChips).

Wichtige Anwendungsfelder für miniaturisierte, parallele Assays und damit die Anwendung der vorliegenden Erfindung sind:

Molekulare Diagnostik (mit in vitro-Diagnostik, klinischer Diagnostik, genetischer Diagnostik)/Pharmaka-Entwicklung (Substanzentwicklung, Austesten, Screening etc.)/biologische Grundlagenforschung (u.a. Genomik, Transkriptom, Proteom, Physiom)/molekulare Interaktionen/Analyse und Screening nach Pathogenen (Viroide, Prionen, Viren, Prokaryonten, Eukaryonten)/Onkologie/Umweltmonitoring/Lebensmittelanalytik/Forensik/Screening von medizinischen Produkten (u.a. Produkte aus Blut)/Detektion, Analyse und Screening von Transgenen (Pflanzen, Tiere, Bakterien, Viren, Züchtung, Freilandversuche)/Cytologie (u.a. Zellassys)/Histologie/alle Formen von Nukleinsäureanalysen (u.a. Sequenzanalyse, Kartierung, Expressionsprofile)/SNPs/Pharmakogenomik/funktionelle Genomik.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, welche eine flexiblere und schnellere Herstellung und eine effizientere Analyse von miniaturisierten, hochparallelen Reaktionsträgern ermöglicht.

20

Verfahren und Vorrichtung sollten zudem die Integration von Herstellung und Analyse in ein Gerät ermöglichen. Weiterhin ist die Schaffung einer Basis für eine vollständige Automatisierung aller Vorgänge bei Herstellung und Analyse beabsichtigt.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien beschichteten Reaktionsträgers umfaßt folgende Schritte:

30 (a) Bereitstellen eines Trägers mit einer Oberfläche, die photoaktivierbare Gruppen aufweist,

- 8 -

- (b) Aktivieren der photoaktivierbaren Gruppe auf mindestens einem vorbestimmten Bereich der Trägeroberfläche durch ortsspezifische Belichtung des Trägers mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist,
- 5 (c) ortsspezifisches Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien auf mindestens einem der vorbestimmten Bereiche und
- (d) gegebenenfalls Wiederholen der Aktivierungs- und Bindeschritte auf gleichen oder/und unterschiedlichen vorbestimmten Bereichen.

10

Der Träger ist eine mit biochemischen oder biologischen Materialien bzw. Rezeptoren oder Bausteinen davon bestückbare oder bestückte Festphase. Der Träger kann eine planare Oberfläche oder eine mit Vertiefungen, z.B. Kanälen versehene Oberfläche aufweisen. Die Kanäle sind vorzugsweise 15 Mikrokanäle mit einem Querschnitt von z.B. 10 - 1000 µm. Die Kanäle können - abhängig von den Oberflächeneigenschaften - Kapillarkanäle, aber auch Kanäle ohne Kapillarwirkung (z.B. aufgrund von Beschichtung mit Teflon) sein. Der Träger ist zumindest teilweise im Bereich der zu bestückenden Reaktionsbereiche optisch transparent.

20

Die Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zu einer Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, ermöglicht eine große Flexibilität bei der Herstellung oder/und Manipulation oder/und Analyse von opto-fluidischen Reaktionsträgern und insbesondere eine schnellere Präparation von Reaktionsträgern als dies bisher möglich war. Im Gegensatz zu der Erzeugung von entsprechend feinauflösenden Belichtungsmustern in einer Photolithographiemaschine mittels invarianter individueller Masken, die bei einem Wechsel des Belichtungsmusters gewechselt werden müssen, kann mit einer steuerbaren Belichtungsmatrix 25 jedes prinzipiell mögliche Belichtungsmuster durch einfache Ansteuerung der Belichtungsmatrix von einem Steuerrechner aus erzeugt und geändert werden. In einem Herstellungsprozess können damit an einem Tag prinzipiell 30

hunderte bis tausende unterschiedliche Reaktionsträger mit einer Vielzahl an individuellen Reaktionsbereichen erzeugt und analysiert werden, was bislang nicht möglich war.

- 5 Die vorbestimmten Reaktionsbereiche, an denen eine ortsspezifische Belichtung des Trägers durchgeführt werden soll, werden für eine aktuelle Anwendung vorzugsweise automatisch durch ein Programm ausgewählt, mit dem eine Steuerung und Zuordnung der Reaktionsbereiche zu einem oder mehreren Reaktionsträgern nach den Kriterien Syntheseeffizienz,
- 10 optimale Synthesebedingungen, z.B. Temperatur etc., optimale Analysebedingungen, z.B. Hybridisierungstemperatur unter Berücksichtigung benachbarter Bereiche, ermöglicht wird. Nach Herstellung des Trägers kann gegebenenfalls ein Wechsel des Trägers und eine Fortsetzung des Verfahrens ab Schritt (a) vorgesehen sein. Dabei kann Schritt (c), das
- 15 ortsspezifische Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien ebenso wie im vorhergehenden Zyklus oder aber unter Berücksichtigung der Informationen aus einem vorhergehenden Synthesezyklus umfassen.
- 20 Durch die Programmierbarkeit bzw. elektronische Steuerbarkeit der Belichtungsmatrix entfällt der Austausch sowie die Erzeugung der Maskeneinheiten, wie sie bei den photolithographischen Methoden erforderlich waren. Die Belichtungsmustererzeugung ist somit nicht mehr mit einem Aufwand für die Herstellung, das Auswechseln, Positionieren, Lagern und
- 25 Optimieren von Belichtungsmasken verbunden. Damit wird insbesondere die in situ-Synthese von Reaktionsträgern (z.B. DNA-Mikro-Arrays) für einen breiten Einsatz zugänglich. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verwendet man eine Belichtungsmatrix, die mit einer Auflösung von mindestens 500 Punkten pro cm² belichten kann.

30

Die Belichtungsmatrix und die zugeordnete Lichtquelle dienen grundsätzlich dazu, das gewünschte Belichtungsmuster für die Steuerung/Anregung

photochemischer Prozesse oder ggf. für die Analyse einer Reaktionsträger-Matrix bereitzustellen. Dabei kann gemäß einer Variante die Lichtintensität und/oder die Wellenlänge je Lichtpunkt der Belichtungsmatrix bzw. des Belichtungsmusters auf dem Reaktionsträger wahlweise moduliert werden.

5

Vorzugsweise wird als Belichtungsmatrix eine steuerbare Reflexionsmatrix herangezogen, welche Licht ortsselektiv nach Maßgabe ihrer Ansteuerung in eine bestimmte Richtung (hier Richtung des Reaktionsträgers) reflektiert.

10 Solche reflektierenden Flächenlichtmodulatoren mit gesteuert deformierbaren Spiegelanordnungen zur Erzeugung von Lichtmustern können insbesondere als Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten oder als Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays realisiert sein. Zu der Technologie solcher Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten und Lichtmodulatoren mit mikromechanischen 15 Spiegelarrays wird auf betreffende Datenblätter des Fraunhofer-Instituts für mikroelektronische Schaltungen und Systeme verwiesen, die dieser Anmeldung als Anlage beigelegt sind. Der Vorzug solcher steuerbarer Reflexionsmatrizen liegt insbesondere darin, daß sie für einen weiten Spektralbereich des Lichtes vom UV bis IR verfügbar sind, beispielsweise 20 in einem Wellenlängenbereich von 200-2000 nm. Insbesondere für die Übertragung von energiereicher Strahlung im UV-Bereich sowie allgemein bei hohen Energiedichten pro Fläche sind neueste Entwicklung von steuerbaren Reflexionsmatrizen in 40V-CMOS Technik vorteilhaft. Durch die Betriebsspannung von 40 V sind die Matrizen entsprechend unempfindlich. 25 Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß eine derartige Reflexionsmatrix bei entsprechender Beleuchtung mit einem über die Matrixfläche ausgedehnten Lichtfeld eine zeitlich parallele Belichtung aller zu belichtenden Stellen in dem Belichtungsmuster ermöglicht. Diese Möglichkeit der Parallelität der Belichtung eines Reaktionsträgers hat Auswirkungen auf die 30 Herstellungsdauer (bei in situ-Synthesen) auf die Möglichkeiten zur Online-Kontrolle und Auswertung (keine Artefakte durch Zeitspannen zwischen Meßpunkten etc.) und auf die Möglichkeiten der Manipulation, z.B. bei Zell-

Arrays oder anderen biologischen Komponenten eines Reaktionsträgers (etwa bei Retina-Präparaten oder lichtabhängiger neuronaler Aktivität).

Sofern es auf Parallelität der Belichtung nicht sehr streng ankommt, kann
5 anstelle der ganzflächigen Bestrahlung der Belichtungsmatrix eine Rasterung bzw. Abtastung der Belichtungsmatrix mit einem gebündelten Strahl, z.B. Laserstrahl, erfolgen, um auf dem bzw. in dem Reaktionsträger das gewünschte Lichtmuster nach Maßgabe der Ansteuerung der Belichtungsmatrix zu erzeugen. Es können somit verschiedenste Lichtquellen
10 Verwendung finden, so z.B. auch Lichtquellen, deren Emissionsspektrum oder Emissionswellenlänge wahlweise änderbar ist, z.B. ein N²-Laser, so daß z.B. eine Anregung mehrerer signalgebender Fluoreszenzstoffe auf oder in dem Reaktionsträger mit unterschiedlichen Wellenlängen möglich ist (dies ist eine Art 2D-Spektroskopie).

15 Eine weitere Klasse möglicher Belichtungsmatrizen für die Verwendung gemäß der vorliegenden Erfindung stellen die Lichtquellen-Arrays, d.h. matrixförmige Anordnungen kleinster Lichtquellen dar, die individuell ansteuerbar sind. Hierbei kann es sich z.B. um Mikrolaser-Arrays,
20 Mikrodioden-Arrays oder dergleichen handeln. Mittlerweile sind UV-Leuchtdioden verfügbar, deren Emissionswellenlänge bei 370 nm liegt. Derartige UV-Leuchtdioden werden unter der Typenbezeichnung NSHU 590 und NSHU 550 von der Roithner Lasertechnik, A-1040 Wien, Fleischmanngasse 9, vertrieben. Die entsprechende UV-Leuchtdioden-
25 Technik kann zur Realisierung eines Dioden-Arrays, insbesondere Mikrodioden-Arrays, herangezogen werden.

Die einzelnen ansteuerbaren Punkte eines solchen Lichtquellen-Arrays (Lichtquellenmatrix) entsprechen demnach den einzelnen Beleuchtungspunkten auf dem Reaktionsträger in den einzelnen Reaktionsbereichen, wobei das erzeugte Belichtungsmuster bedarfsweise mit Hilfe geeigneter optischer Baukomponenten verkleinert werden kann.

Eine solche (selbstleuchtende) Lichtquellenmatrix unterscheidet sich von Belichtungsmatrizen, die als "Lichtventil" arbeiten, wie z.B. LCD's, und solchen, die als Lichtreflektor arbeiten, wie z.B. ansteuerbare Mikrospiegel.
5 Als technische Lösung für ein Lichtquellen-Array kommen flächig angeordnete Strukturen auf Galliumnitrid (GaN) basierend in Frage. GaN ist als UV-Emitter z.B. aus der Fertigung kommerziell erhältlicher UV-LED's bekannt. Aus diesen Strukturen wird durch geeignete Verschaltung eine Matrix mit vielen unabhängig ansteuerbaren Elementen aufgebaut. Weiterhin ist ein entsprechend aufgebautes Mikrolaser-Array denkbar, wobei als
10 laseraktives Medium z.B. GaN Verwendung finden kann.

Eine solche Vorrichtung kann beispielsweise aus einer Matrix emittierender Halbleiterelemente, die Licht einer Wellenlänge < 400 nm emittieren, wie es beispielsweise durch GaN-Leuchtdioden erfolgt. Wie erwähnt, kommt als Belichtungsmatrix auch ein entsprechend aufgebautes Mikrolaser-Array in Frage. Die Größe eines lichtemittierenden Elementes kann in einem Bereich zwischen 500 x 500 µm und 50 x 50 µm liegen. Jedes Matrixelement ist separat ansteuerbar. Bei einem Belichtungsvorgang, der Grundlage einer biochemischen Reaktion ist, emittiert zumindest eine Leuchtdiode Photonen
15 innerhalb eines Wellenlängenbereiches unterhalb von 400 nm. Da die Vorrichtung vorzugsweise als Einheit zur Initiierung räumlich getrennter photochemischer Reaktionen in einem Reaktionsträger konzipiert ist, ist ein Füllgrad der Belichtungsmatrix mit lichtemittierenden Elementen von weniger
20 als 75% notwendig.

25 Die Größe der Lichtquellenmatrix ist größer oder gleich der optischen Abbildung auf dem Reaktionsträger. Die ggf. erforderliche Verkleinerung der Abbildung wird bevorzugt durch Lichtwellenleitung in einem Glasfaserbündel (fused fiber optic taper), wahlweise auch durch geeignete Linsensysteme,
30 realisiert. Der Einsatz von fused fibre optic tapers ist beispielsweise aus Nachtsichtgeräten bekannt.

Das Anordnungsmuster der UV-Leuchtdioden entspricht vorzugsweise dem Muster der Syntheseplätze im Reaktionsträger.

Der Aufbau der Belichtungskomponente (selbstleuchtende Lichtquellenmatrix) besteht somit aus einer Matrix, auf der UV-Leuchtdioden oder Mikrodiodenlaser in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Durch Ansteuerung der einzelnen Lichtquellenelemente dieser Matrix wird ein spezifisches Belichtungsmuster erzeugt, welches dem Muster der Syntheseplätze im Reaktionsträger entspricht.

10

Die einzelnen Lichtquellenelemente werden beispielsweise zeilen- und spaltenweise angesteuert, wobei ein Pulsieren der einzelnen Leuchtdioden oder Laserelemente eintritt, d.h. es wird eine schwankende Lichtintensität emittiert. Ein ähnliches Verfahren der Ansteuerung ist beispielsweise bei LCD-Belichtungsmatrizen zu finden. Alternativ kann eine statische Ansteuerung der einzelnen Leuchtdioden der Matrix durch bistabile Kippschaltungen (Flip-Flops) oder DRAM's sowie sonstige geeignete Schaltungen erfolgen.

15

Unmittelbar an das Lichtquellen-Array kann sich eine Matrix aus optischen Mikroelementen (oder auch eine mechanische Lochmaske zur Streulichtunterdrückung) anschließen. Diese Komponente kann ihrerseits aus einer von mehreren miteinander verbundenen Schichten mikroskopischer, optischer Bauteile (z.B. Mikrolinsen) bestehen und wird zweckmäßigerweise direkt auf der Lichtquellenmatrix befestigt.

20

In einer Ausführungsform schließt sich unmittelbar an die mikrooptische Komponente ein "fused fiber optic taper" an, welches zur Verkleinerung des Beleuchtungsmusters im Verhältnis (Eintritt : Austritt) 1 : 1, 2 : 1, 25 : 1 oder etwaigen Zwischenwerten dient. Hierbei können die einzelnen Fasern des Glasfaserbündels durch eine schwarze Ummantelung optisch voneinander abgeschirmt sein.

Zwischen den einzelnen Baukomponenten der Vorrichtung kann sich ein fluidisches optisches Medium befinden. Die Einkopplung des erzeugten Belichtungsmusters in den Reaktionsträger kann ihrerseits über ein Glasfasebündel erfolgen, welches unmittelbar auf der Oberfläche des
5 planaren Reaktionsträgers befestigt ist.

Der mögliche Aufbau des Reaktionsträgers und die Anordnung einer Lichtsensormatrix (Vielkanal detektormatrix), die vorzugsweise in Form eines CCD-Chips vorgesehen ist, wird nachstehend noch erläutert.

10

Der Reaktionsträger wird auf der lichtemittierenden Seite der Lichtquellenmatrix angeordnet. Der Reaktionsträger ist zumindest auf der der Belichtungsmatrix zugewandten Seite optisch transparent. Dadurch kann in diesem Reaktionsträger, der z.B. ein optofluidischer Mikroprozessor sein kann, ein ortsaufgelöstes Belichtungsmuster erzeugt werden. Auf diese Weise kann in dem Reaktionsträger unter Verwendung einer geeigneten Photochemie innerhalb der einzelnen Reaktionsbereiche die Immobilisierung oder Synthese von Polymersonden ortsaufgelöst gesteuert werden.

15

20

Eine Vorrichtung zur Umsetzung des beschriebenen Verfahrens kann in einem sehr kompakten und platzsparenden Aufbau realisiert werden, in dem dann sowohl die Aktivierung der Synthese auf dem Reaktionsträger und damit die Dotierung der Reaktionsbereiche mit entsprechenden Polymersonden als auch die Detektion von Signalen nach Zugabe von
25 Probenmaterial erfolgen kann.

30

Zwischen dem Reaktionsträger und der betreffenden Lichtsensormatrix kann sich ein spektrales Filter (Bandpaß- oder Langpaßfilter) befinden, welches bei der fluoreszenzspektroskopischen Detektion der an den BioChip (Reaktionsträger) gebundenen Analyten eine spektrale Separation des Signallichtes vom Anregungslicht ermöglicht. Die Verwendung eines Filterrades mit verschiedenen optischen Filtern erlaubt darüber hinaus die

simultane Detektion von Analyten verschiedener Probenmaterialien, welche durch unterschiedliche Farbstoffe mit spektral weit auseinanderliegenden Fluoreszenzmaxima markiert worden sind.

- 5 Die Arbeitsweise der Lichtquellenmatrix (Belichtungsmatrix) und der betreffenden Lichtsensormatrix (z.B. CCD-Array) können entweder durch eine geeignete Hardware oder Software aufeinander abgestimmt werden. Wenn die einzelnen Elemente der Belichtungsmatrix auf einer Nanosekunden-Zeitskala geschaltet werden können, ohne z.B.
10 "nachzuleuchten", so ist auch eine elektronische Synchronisation mit einer sogenannten "gegateten" CCD-Kamera über einen externen Frequenzgenerator möglich. Da die Fluoreszenzlebensdauer gebräuchlicher Farbstoffe gewöhnlich einige Nanosekunden beträgt, ist auf diese Weise bei
15 der fluoreszenzspektroskopischen Detektion des Analyten eine zeitliche Separation des Anregungs- und Signallichtes möglich, so daß zeitaufgelöste Spektroskopie betrieben werden kann.

Eine weitere Klasse von erfindungsgemäß verwendbaren Belichtungsmatrizen stellen Matrixanordnungen von "Lichtventilen" oder steuerbaren Durchlicht-Modulatoren dar, welche ortsselektiv steuerbar sind, um Licht durchzulassen bzw. Licht nicht durchzulassen. Hierbei handelt es sich um elektronische Komponenten, bei denen das Licht einer Lichtquelle auf eine Matrix von steuerbaren Pixeln fällt. Jedes Pixel kann in Bezug auf seine Lichtdurchlässigkeit durch das elektronische Steuersignal moduliert werden.
20 So entsteht eine steuerbare Lichtventilmatrix LVM. Um die Funktion des Lichtventils auszufüllen, müssen Teile der elektronischen Komponenten (u.a. die eigentlichen Elektroden) transparent sein. Zur Gruppe der Lichtventile zählt als bekanntester Vertreter das Liquid Cristall Display LCD. Lichtventile auf LCD-Basis sind weit verbreitet, als Mikroversion u.a. im Sucher von digitalen Videokameras und in Nachtsichtgeräten und als Makroversion zum Beispiel in Laptops oder als Bildschirm zu Personal Computern. Die Transmission im Dunkelzustand beträgt allerdings immer noch bis zu 10%
25
30

der Lichtmenge, die von hinten eingestrahlt wird. LCDs sind für Wellenlängen transmittierten Lichtes oberhalb 400 nm verfügbar. Für Belichtung im UV-Bereich des Lichtes sind die enthaltenen Kristalle schlecht geeignet, u.a. aufgrund ihrer Eigenabsorption (siehe u.a. Microsystem Technologies 1997, 42-47, Springer Verlag). Für die Konfiguration von LVMs im UV-Bereich sind daher andere Substanzen als Füllung zwischen den transparenten Elektroden notwendig. Solche alternativen Substanzen sind z.B. aus sog. Suspended Particle Devices SPD bekannt (siehe u.a. US 5728251). Solche und andere Substanzen können mit der gleichen Elektrodenanordnung wie LCDs verwendet werden, es ist aber auch möglich, andere transparente Komponenten zu verwenden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es vorgesehen sein, daß die Belichtung des Trägers durch pulsierende, kohärente, monochromatische, parallele oder/und gegebenenfalls in unterschiedlichen Ebenen fokussierbare Strahlung erfolgt.

Der Reaktionsträger bzw. BioChip kann beispielsweise eine Halbleiteroberfläche, eine Glasoberfläche oder eine Kunststoffoberfläche für die Beschichtung mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien aufweisen, wobei es sich um eine Außenoberfläche oder/und um eine Innenoberfläche des Trägers handeln kann, letzteres, sofern der Träger zumindest teilweise ausgehöhlt, beispielsweise von Kanälen durchsetzt ist.

Vorzugsweise wird ein transparenter Träger verwendet, der optische Untersuchungen im Durchlichtverfahren ermöglicht.

Die vorbestimmten aktivierbare Bereiche können beispielsweise eine Fläche von $1 \mu\text{m}^2$ bis 1 cm^2 , insbesondere $100 \mu\text{m}^2$ bis 1 mm^2 umfassen. Die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche können von nichtaktivierten oder/und nichtaktivierbaren Bereichen umgeben sein.

Die Belichtungsmatrix kann ein für die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche inhärentes Muster aufweisen, beispielsweise mit Stellen, die im Belichtungsmuster stets Abschattung bzw. Dunkelheit zur Folge haben.

- 5 Die biologischen oder biochemisch funktionellen Materialien werden vorzugsweise aus biologischen Substanzen oder mit biologischen Substanzen reaktiven Materialien ausgewählt, nämlich vorzugsweise aus Nukleinsäuren und Nukleinsäurebausteinen, insbesondere Nukleotiden und Oligonukleotiden, Nukleinsäureanaloga wie PNA und Bausteinen davon,
- 10 Peptiden und Proteinen und Bausteinen davon, insbesondere Aminosäuren, Sacchariden, Zellen, subzellulären Präparationen, wie Zellorganellen oder Membranpräparationen, viralen Partikeln, Zellaggregaten, Allergenen, Pathogenen, pharmakologischen Wirkstoffen und diagnostischen Reagenzien.
- 15 Die biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien werden vorzugsweise durch mehrstufigen Aufbau aus Monomer- oder/und Oligomerbausteinen auf dem Träger synthetisiert.
- 20 Die große Flexibilität des Verfahrens nach der Erfindung ermöglicht die Erzeugung einer umfangreichen Substanzbibliothek mit einer Vielzahl unterschiedlicher biologisch oder chemisch funktioneller Materialien auf dem Träger.
- 25 Die Aktivierung von vorbestimmten Bereichen umfaßt insbesondere eine Schutzgruppenabspaltung vom Träger selbst oder von darauf gebundenen Materialien oder Bausteinen davon.
- 30 Die Belichtungsmatrix ermöglicht eine flexible zeitliche Steuerung der Belichtungsabläufe, so kann die Belichtung mit einer Geschwindigkeit aus dem Bereich von beispielsweise 1/10.000 bis 1000, insbesondere von 1/10 bis 100 Lichtmustern pro Sekunde erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die Belichtung des Trägers mit einer Lichtsensormatrix, insbesondere einer CCD-Matrix überwacht und ggf. unter Berücksichtigung der dabei gewonnenen Informationen gesteuert. Vorzugsweise ist die Sensormatrix der Belichtungsmatrix zugewandt gegenüberliegend angeordnet, wobei der Träger zwischen Belichtungsmatrix und Sensormatrix positioniert ist, um Durchlicht-Beobachtung möglich zu machen. Alternativ können die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix auch zu einer Auflichtanordnung gruppiert werden.

10

Die Sensormatrix kann dazu herangezogen werden, eine automatische Erkennung und/oder gegebenenfalls Kalibrierung des jeweils verwendeten Trägers mittels einer der Sensormatrix nachgeschalteten Auswerteeinheit durchzuführen.

15

Bei einer Weiterbildung der Erfindung kann es vorgesehen sein, daß die auf dem Träger synthetisierten Materialien, insbesondere Polymere, wie Nukleinsäuren, Nukleinsäureanaloga und Proteine, abgelöst werden, um sie für bestimmte Zwecke zur Verfügung zu stellen. Unter diesem Aspekt kann das Verfahren quasi als Produktionsverfahren für biochemische Materialien genutzt werden. Dabei kann es vorgesehen sein, daß die Materialien in unterschiedlichen Bereichen in aufeinanderfolgenden Schritten abgelöst und als Bausteine zum weiteren Aufbau von Polymeren, insbesondere Nukleinsäure-Polymeren, eingesetzt werden.

25

Weitere Gesichtspunkte der Erfindung sind in den Ansprüchen 25 bis 40 angegeben, so insbesondere die Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, als Lichtquelle einer Lichitemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien versehenden 2- oder 3-dimensionalen Testbereichs, wobei

die Herstellung des Testbereichs vorzugsweise in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgt.

Weiterhin sei noch auf einen Gesichtspunkt der Erfindung hingewiesen,
5 gemäß dem eine steuerbare Belichtungsmatrix dazu verwendet wird, Reaktionsträger mit Zellen/Gewebebeschnitten ortsaufgelöst zu belichten, um belichtungsabhängige Manipulationen vorzunehmen (lichtempfindliche Prozesse, wie Photosynthese, Manipulation von Retina-Präparaten, lichtabhängige neuronale Aktivität) oder Analysen durchzuführen (als 2D-
10 FACS; cell-array, tissue-derived cell-array).

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach einem der Ansprüche 41 - 43.

- 15 Dabei dient als Belichtungsmatrix bzw. Lichtquellenmatrix, eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere eine Lichtventilmatrix, eine Reflexionsmatrix oder eine selbstleuchtende bzw. selbstemittierende Belichtungsmatrix.
- 20 Gemäß einer Ausführungsform der Lichtemissions-Detektionseinrichtung basiert die Belichtungsmatrix auf einer Lichtventil-Matrix (z.B. LCD-Matrix). In Kombination mit einer geeigneten Lichtquelle ermöglicht die Lichtventil-Matrix die Realisierung einer hochparallel, hochauflösenden und ortsspezifischen Anregungslichtquelle und Inspektionslichtquelle, die aufgrund ihrer Flexibilität eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Lichtventil-Matrizen sind durch ihren breiten Einsatz im elektronischen Konsumgüterbereich weit entwickelt und dadurch zuverlässig, billig und extrem klein. Wie bereits erläutert, ist eine mögliche Anwendung einer solchen Belichtungsmatrix der Ersatz der aufwendigeren
25 Photolithographie (z.B. bei der photoaktivierten Oligosynthese bei der Herstellung von DNA-Chips) bei weniger hohen Auflösungen, wie beispielsweise bei einfachen Si-Chips oder den DNA-Chips.
- 30

- 20 -

Als Lichtsensormatrix kommt vorzugsweise ein CCD-Bildaufnehmer (CCD-Kamera-Chip) in Frage. Ordnet man diese beiden Chips einander gegenüberliegend an, so erhält man eine extrem kompakte, hochparallele Anregungs-, Inspektions- und Detektionseinheit für eine noch größere
5 Vielzahl von Anwendungen. Die zweidimensionale Lichtemissions-Detektionseinheit entwickelt ihr enormes Potential insbesondere durch das intelligente Zusammenspiel von flächiger Ansteuerung und flächiger Auslesung. Hier bietet die Leistungsfähigkeit moderner Rechner und Softwaresysteme enormes Anwendungs- und Entwicklungspotential, wobei
10 man sowohl bei Hard- als auch bei der Software auf die vorhandenen Systeme zur Nutzung der Lichtventil-Matrix (z.B. LCD) als Mensch-Maschinen-Schnittstelle aufbauen kann. Bei Anwendungen als Kombination aus Lichtquelle und Detektor ist die Intensitätsempfindlichkeit (z.B. 264 Stufen bis 4096 bzw. bis mehrere 100 000 bei CMOS-CCDs) und die
15 Unterscheidung von Farben (d.h. Wellenlängen) im CCD-Chip (z.B. Filtern von Peaks für rot, grün und blau oder andere Farben, je nach Filtern vor den Pixeln) für eine zweidimensionale Spektroskopie geeignet. Zwischen Belichtungsmatrix und Lichtsensormatrix wird an oder in dem Träger ein zu untersuchender/zu analysierender/anzuregender oder anderweitig gezielt mit
20 Licht zu bestrahlender und synchron nach Lichterscheinungen zu untersuchender Gegenstand oder sonstiges Untersuchungsgut eingebracht. Es entsteht eine Art Sandwich-Aufbau aus Belichtungsmatrix, Träger bzw. Untersuchungsgegenstand und Lichtsensormatrix. Zwischen der Belichtungsmatrix und dem Untersuchungsgegenstand, ebenso wie
25 zwischen dem Untersuchungsgegenstand und dem Lichtsensor-Matrixchip soll vorzugsweise nur ein minimaler Abstand bestehen, um die Abweichung (Streuung) des Lichtes vom betreffenden Pixel der Belichtungsmatrix zum gegenüberliegenden Pixel der Lichtsensormatrix zu minimieren.

30 Während der Syntheseschritte dient die Lichtemissions-Detektionseinrichtung auch als Detektor z.B. für Flüssigkeitsbewegungen und erlaubt eine integrierte Qualitätskontrolle bzw. Prozeßkontrolle. Dies

wirkt sich positiv auf Qualität und Ressourcenverbrauch aus und reduziert die Ausschußrate. Wenn keine Prozeßüberwachung bei der Synthese benötigt wird und die Detektion in einem getrennten System erfolgt, kann anstelle der Lichtsensormatrix z.B. auch eine Temperierungseinheit vorgesehen sein.

Durch die Anordnung einer hochparallelen Belichtungsmatrix und einer hochparallelen Lichtsensormatrix entsteht eine breit einsetzbare, neuartige Inspektionseinheit, welche man auch als massive parallele Lichtschranke bezeichnen kann, die, wenn notwendig, auch noch die Vorteile einer quantitativen und qualitativen Anregung und Messung einschließt. Eine weitere Besonderheit ist die Möglichkeit, unterschiedlich farbiges (unterschiedliche Wellenlänge) Licht zu verwenden. Im Falle einer Lichtventilmatrix lässt sich beispielsweise die Anregungswellenlänge grundlegend durch die jeweilige Verwendung der geeigneten Hintergrundbeleuchtung der Lichtventilmatrix bestimmen.

Eine weitere Stärke der Lichtemissions-Detektionseinrichtung sind die fast unendlichen Möglichkeiten, welche sich aus der Kombination von gezielter Anregung und gezielter Detektion in Verbindung mit modernen Hochleistungsrechnern für die Ansteuerung und die Signalauswertung ergeben. Damit wird gerade für optische Nachweis- und Detektionsverfahren eine neue Technologieplattform geschaffen. Durch das "Durchtunen" der einzelnen Lichtpunkte im Zusammenspiel mit der CCD-Detektion und geeigneten Algorithmen zur Signalauswertung müßten kleinste Veränderungen in den einzelnen Meßpunkten in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung möglich sein. Im Bereich der DNA-Analytik wäre beispielsweise die direkte Detektion einer Hybridisierung in einem Reaktionsbereich denkbar.

30

Hinsichtlich der Bildverarbeitung und Steuerung der Systemkomponenten der Lichtemissions-Detektionseinrichtung kann man ggf. auf Hard- und

Softwaretools zurückgreifen. Beispiele sind Grafikkarten, Videoschnittkarten und dazugehörige Software.

Im Vergleich zu konventionellen photolithographischen Systemen bietet die
5 Lichtemissions-Detektionseinrichtung die Möglichkeit einer extremen
Miniaturisierung bei gleichzeitiger Funktionsintegration bei Verwendung als
Synthese- und Analysesystem (ISA-System), insbesondere bei Verwendung
einer Lichtventilmatrix, Reflektionsmatrix, eines Dioden-Arrays oder eines
Laser-Arrays als Belichtungsmatrix und eines CCD-Bildwandlers als
10 Lichtsensormatrix.

Besonders interessante Anwendungen einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung werden im folgenden kurz dargelegt:

- 15
- Herstellen eines opto-fluidischen Reaktionsträgers, insbesondere nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 - 35. In diesem Zusammenhang eignet sich die Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung insbesondere auch zur Herstellung eines Trägers für Analytbestimmungsverfahren, der eine Vielzahl von Kanälen, insbesondere Kapillarkanälen, umfaßt, wobei in den Kanälen eine Vielzahl von unterschiedlichen Rezeptoren immobilisiert ist bzw. zu immobilisieren ist. Ein solcher Träger ist beispielsweise in der DE 20

25 198 39 256.7 beschrieben (siehe Prioritätsbeleg DE 198 39 256.7 zur vorliegenden Anmeldung). Zur Herstellung eines solchen Trägers wird ein Trägerkörper mit einer Vielzahl von Kanälen bereitgestellt. Flüssigkeit mit darin enthaltenen Rezeptoren oder Rezeptorbausteinen wird durch die Kanäle des Trägerkörpers geleitet, wobei Rezeptoren oder Rezeptorbausteine an jeweils vorbestimmten Positionen in den Kanälen orts- oder/und zeitspezifisch immobilisiert werden. Das 30 Immobilisieren kann in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung durch Belichtung mittels der Belichtungsmatrix

erfolgen. Der Aufbau eines Rezeptors am Trägerkörper kann durch mehrere aufeinanderfolgende Immobilisierungsschritte von Rezeptorbausteinen erfolgen.

5 Wie erwähnt, erfolgt die Photoaktivierung bei jedem Schritt direkt durch die Belichtungsmatrix. Im Falle der Verwendung eines LCD als Belichtungsmatrix kann die hierfür benötigte Wellenlänge von etwa 365 nm nicht erreicht werden, es sei denn der LCD ist als SPD ausgeführt.

10

Es ist denkbar, daß der Anwender sich seine hochparallelen Reaktionsträger selber erzeugt und direkt verwendet. Er lädt sich einfach die benötigten Daten (DNA-Sequenzen) von einer CD-ROM oder aus dem Internet und erzeugt in der Lichitemissions-
15 Detektionseinrichtung (Aufbau analog einem externen Disketten- oder CD-ROM-Laufwerk) seinen individuellen DNA-Chip, benetzt ihn anschließend mit der Probe und liest die Signale aus.

15

Nutzt man z.B. jeden zweiten Pixel in dieser Anordnung für die
20 Photoaktivierung, so kann man die Pixel dazwischen, welche innerhalb einer Kapillare (Mikrokanal in einem Reaktionsträger) des zumindest bereichsweise im wesentlichen transparenten Trägerkörpers liegen, für eine permanente Prozeßkontrolle verwenden. So kann man z.B. das Einströmen einer Luftblase
25 zwischen zwei Fluiden in einer Kapillare individuell und dynamisch verfolgen. Auch ein Färben der Trägerfluide für G, A, C und T wäre denkbar, so daß die Anwesenheit der richtigen Oligonukleotide überprüfbar würde und eine Farbveränderung könnte eine Verschleppung signalisieren. Bei der anschließenden Detektion könnte
30 wiederum eine ortsspezifische und wenn notwendig sogar farbspezifische Lichtanregung erfolgen. Hierdurch ergeben sich ganz

neue Möglichkeiten für Nachweisverfahren, wie sie derzeit noch nicht vorhanden sind.

Mittels der Lichtemissions-Detektionseinrichtung können ferner Strömungsvorgänge in den Kapillaren in einem Glas- oder Kunststoffchip als Trägerkörper sowohl während der Produktion, sprich der Oligo-Synthese, als auch während der Analyse überwacht werden. Hierzu können z.B. Reinigungsluftblasen zwischen zwei Fluiden in den Kapillaren oder eine Färbung der einzelnen Fluide verwendet werden.

Für die lichtinduzierte Abspaltung von Schutzgruppen während der Synthese von DNA-Oligos auf dem Chip (Trägerkörper) kann die Belichtungsmatrix dienen, wobei z.B. mit einer Wellenlänge von 365 nm belichtet wird. Die benötigten Leistungen sind beispielsweise 14 mW pro cm². Eventuell sind auch Weiterentwicklungen der Synthesechemie möglich, die z.B. unterschiedliche Wellenlängen ausnutzen.

Die Detektion der Nachweisreaktion im Träger für Analytbestimmungsverfahren kann ebenfalls in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung erfolgen. Wenn der Nachweis über Fluoreszenzmarker realisiert wird, müßte hierzu ggf. die Hintergrundbeleuchtung gewechselt werden (automatisch möglich). Gegebenenfalls kommen hier auch neue Detektionsverfahren zum Einsatz, welche erst durch die extrem flexible, individuelle Anstrahlung und Detektion des einzelnen Meßpunktes möglich werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Detektionsverfahren zur Bestimmung eines Analyten unter Verwendung eines

mit biologischen oder biochemischen funktionellen Materialien beschichteten Reaktionsträgers, die folgenden Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Reaktionsträgers mit einer Vielzahl von unterschiedlichen ortsspezifisch gebundenen oder chemischen funktionellen Materialien,
- (b) Zugeben einer gegebenenfalls vorbereiteten Probe, die den oder die zu bestimmenden Analyten enthält, Inkontaktbringen der Probe mit dem Reaktionsträger unter Bedingungen, bei denen eine Bindung des oder der zu bestimmenden Analyten an die trägergebundenen Materialien (Rezeptoren) erfolgt und gegebenenfalls anschließendes Waschen des Reaktionsträgers, und
- (d) optisches Analysieren der Reaktionsbereiche im Rücklicht oder Durchlicht mittels Belichtungsmatrix und Sensormatrix.

Die Analytbestimmungsschritte (a) bis (c) können in den Syntheseprozess integriert werden, so daß die Analyse unmittelbar nach Beendigung der Synthese durchgeführt wird. Dies ermöglicht die Verwendung der Analyseergebnisse eines vorherigen Synthesezyklus für die Auswahl der notwendigen trägergebundenen Materialien für die Reaktionsbereiche im nachfolgenden Reaktionsträger. Das Verfahren kann anschließend mit Schritt (a) fortgeführt werden, da das Analyseergebnis eine neue Auswahl der in den Reaktionsbereichen gebundenen Materialien bedingen kann.

- Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung bezieht sich auf die Einbeziehung in ein Verfahren zur Bestimmung einer Vielzahl von Analyten in einer Probe, wie es in der deutschen Patentanmeldung 198 39 255.9 (siehe Prioritätsbeleg DE 198 39 255.9 zur vorliegenden Anmeldung) beschrieben ist. Dieses Verfahren zur Bestimmung einer Vielzahl von Analyten in einer Probe umfaßt die Schritte:

- 26 -

- (a) Inkontaktbringen der Probe mit
- (i) einer Vielzahl von Spezies von Mikropartikeln, wobei jede Spezies zum Nachweis von bestimmten Analyten geeignet ist, und eine bestimmte von anderen Spezies optisch unterscheidbare Codierung aufweist, und
- (ii) einer Vielzahl von löslichen, analytischen Reagenzien, die eine signalgebende Gruppe tragen oder mit einer signalgebenden Gruppe bindefähig sind,
- (b) anschließendes Aufbringen der Mikropartikel auf einen Träger und
- (c) Bestimmen der Analyten durch optisches Erfassen der Codierung und der Menge des Vorhandenseins oder/und der Abwesenheit der signalgebenden Gruppen auf mindestens einer Spezies von individuellen Mikropartikeln auf dem Träger.
- Als Proben kommen insbesondere biologische Proben in Betracht. Bei den Mikropartikeln kann es sich um organische Partikel, wie organische Polymerlatices, oder um anorganische Partikel, wie Magnetpartikel, Glaspartikel etc., handeln.
- Jede Spezies der vorzugsweise optisch transparenten Mikropartikel weist auf ihrer Oberfläche mindestens einen immobilisierten, unterschiedlichen, analytischen Rezeptor auf. Die Codierung der Mikropartikel ist vorzugsweise eine Farbcodierung. Zur Bestimmung jedes Analyten wird mindestens ein lösliches, analytisches Nachweisreagens verwendet.
- Mittels der Lichtheissions-Detektionseinrichtung kann nach Aufbringen der Mikropartikel auf dem Träger und Einfügen des Trägers zwischen der Belichtungsmatrix und der Lichtsensormatrix eine statistische oder dynamische Anordnung der Mikropartikel auf

dem Träger bestimmt werden, und zwar durch Bilderfassung mittels der Lichtsensormatrix.

Die auch als Beads oder Smart-Beads bezeichneten Mikropartikel
5 repräsentieren in ihrer Gesamtheit eine Vielfalt an Meßpunkten. Die
Lichtemissions-Detektionseinrichtung ermöglicht nicht nur die
Lokalisation und Zuordnung der einzelnen Beads in ihrer Anordnung
am Träger mittels der Lichtsensormatrix sondern darüber hinaus auch
eine ebenso lokalisierte Beleuchtung. In dieser Kombination ist die
10 Lichtemissions-Detektionseinrichtung daher besonders geeignet, um
Bestandteile des auch als fraktalen Chip bezeichneten Trägers zu
lokalisieren, zu identifizieren und mit entsprechender Software die
notwendigen Daten zu liefern, um mit hoher Präzision den fraktalen
Chip zu präparieren. Das Prinzip dieses Aufbaus und der umfassende
15 Zugriff durch Beleuchtung und Detektion soll die Fehlerrate extrem
niedrig halten.

Durch die Lichtemissions-Detektionseinrichtung können die
Strömungsvorgänge der Smart-Beads in einem fraktalen Chip
20 während der Analyse überwacht werden.

Die Auslesung der Informationen aus einem Smart-Bead-Array soll in
der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgen, wobei die
Anregungslichtquelle, also die Belichtungsmatrix, direkt über dem
25 Smart-Bead-Array und die Lichtquellenmatrix direkt unter dem
fraktalen Chip mit dem Smart-Bead-Array liegt. Durch diese möglichst
kompakte Bauweise werden die Lichtlaufwege und damit auch die
benötigte Lichtintensität ebenso wie Überlagerungseffekte
benachbarter Smart-Beads minimiert. Auf die Verwendung einer
30 aufwendigen, platzintensiven, lichtabsorbierenden und teuren Optik
kann sowohl auf der Anregungs-, als auch auf der Detektionsseite
verzichtet werden.

Eine weitere Variante ist eine vertikale Ausrichtung des Chips, so daß auch Gravitationskräfte für die Be- und Entladung des Chips mit den Smart-Beads genutzt werden können.

5 Als Sensormatrix kommt wiederum z.B. ein CCD-Chip in Frage. Ordnet man auf einer solchen CCD-Fläche von 25 x 37 mm mit 2000 x 3000 Farbpixeln Mikropartikel (Smart-Beads) mit einem Durchmesser von 60 μm zur Direktdetektion an, so erhält man mindestens 200 000 Mikropartikel (Smart-Beads). Jeder Mikropartikel
10 überdeckt dabei ca. 120 quadratische Farbpixel mit 5 - 10 μm Kantenlänge. Damit erhält man 30-40 Farb- oder 120 Schwarzweißsignale pro Smart-Bead mit einer digitalen Lichtintensitätsabstufung von 256 bis 4096 (je nach CCD-Chip) diskreten Helligkeitsstufen je Schwarzweißpixel. Somit ist auf jeden
15 Fall eine ausreichende Menge an Daten für eine statistische Signalverifizierung vorhanden.

Die Grenze der maximal synchron detektierbaren, unterschiedlich farbcodierten Smart-Beads liegt in der Möglichkeit der spezifischen Codierbarkeit (chemisches Limit der reproduzierbaren Farberzeugung) der Smart-Beads sowie in der Möglichkeit der optischen Erfassung der Farbunterschiede mit einem CCD-Chip.. Teilt man die 256 Intensitätsstufen je Farbe (RGB Minimalanforderung) in 10 Stufen ein, so erhält man $25^3 = 15\,625$ mögliche Farben, welche detektiert
20 werden können. Baut man die Anzahl der Farbklassen durch weitere Farbfilter aus, so läßt sich die Zahl der detektierbaren Farben weiter erhöhen. Mit Vierfachfarbfiltern (z.B. RGB und Magenta) vor dem oben beschriebenen CCD-Chip ließen sich theoretisch $25 \times 25^3 = 390\,625$ Farben erkennen. Natürlich nur noch mit ca. 30 Vierfachfarbpixeln. Aufgrund der großen Fortschritte in der CCD-
25 Technologie ist mit den aufgeführten Zahlen nur der absolute Standard dieser der Technik beschrieben. Neue Chips haben bereits
30

12 Bit (4096) Farbtiefe und erste Prototypen haben bereits auf der gleichen Fläche 81 Millionen Pixel. Damit ergibt sich auch für die beschriebene Applikation der CCD-Chip-Technologie ein großes Wachstumspotential und die parallele Detektion von 10^6 individuellen Smart-Beads ist technisch machbar.

5

Gemäß einer Variante kann es vorgesehen sein, daß ein optisches Gitter zwischen Smart-Bead-Array (Fraktalchip) und CCD-Kamera-Chip vorgesehen ist.

10

Ferner kann es gemäß einer Variante vorgesehen sein, daß zwischen dem Smart-Bead-Array (Fraktalchip) und dem CCD-Kamera-Chip optische Elemente, insbesondere Abbildungselemente, vorhanden sind.

15

- Bei Anwendung der Lichtemissions-Detektionseinrichtung für High Throughput Screening (HTS)-Anlagen ließen sich beliebig viele der Lichtemissions-Detektions-Einheiten parallel aufbauen bzw. modular in ein Gerät integrieren. Die Bereitstellung der Oligos sowie der Waschflüssigkeit und der vorbereiteten Probe ist wiederum eine Frage der Ausführungsvariante. Hier gibt es zahlreiche Möglichkeiten von der Bereitstellung im Analysegerät bis zur Bereitstellung in der genau benötigten Menge direkt im Reaktionsträger, wo nur noch die Probe, z.B. nach einer PCR, zugegeben wird. Selbstverständlich ist auch die Integration der Probenvorbereitung in den Trägerchip denkbar. Bei einer Variante sollen die Fluide nur durch die Kapillarkräfte in betreffenden Kapillaren getrieben werden. Für die einzelnen Schritte muß lediglich das integrierte Ventil durch einen Stellmotor im Gerät verstellt werden (z.B. von außen durch einen Mikromotor oder einen Piezoantrieb, wenn die Lichtemissions-Detektionseinrichtung entsprechend miniaturisiert werden soll). Wenn die einzelnen Behälter oder Hohlräume im Chip nur mit einer Folie oder Membran oder einem

20

25

30

entsprechenden Deckel verschlossen würden, könnte man bei mangelnder Kapillarkraft durch Druck von oben eine Pumpfunktion realisieren.

- 5 - Eine Verwendungsmöglichkeit einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung könnte die Überwachung von langsamen Strömungsvorgängen bei der Dünnschicht-Chromatographie (DSC) sein. Dabei kann ggf. auf die farbliche Markierung der Wanderung für die Detektion verzichtet werden und stattdessen eine direkte "In situ"-Kontrolle durch die kompakte und preiswerte Lichtemissions-Detektionseinrichtung durchgeführt werden.
- 10 - Eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung kann auch in der Mikrosystemtechnik Verwendung finden als Inspektionseinheit etc.
- 15 - Bezüglich der Verwendung der Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Analytbestimmung in BioChips sei noch angemerkt, daß dort von dem Einsatz der CCD-Detektion eine linsenlose Signaldetektion erwartet werden sollte, die mindestens drei getrennte Wellenlängen-Peaks (Farben: rot, grün, blau) und 64 Intensitätsstufen unterscheiden kann.
- 20 - Die Integration der differentiell lokalisierbaren Anregungslichtquelle in Form der Belichtungsmatrix wird mehrere Anregungswellenlängen (mindestens drei entsprechend der Farbgebung auf Monitoren) erlauben, so daß problemlos eine Verwendung unterschiedlicher Fluoreszenzmarker möglich ist.
- 25 - Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung ist die Zytometrie und

- 31 -

Untersuchung anderer ausreichend kleiner biologischer Objekte. Die
Lichtemissions-Detektionseinrichtung überwacht allgemein eine 2D-
Matrix durch lokalisierte Lichtschranken, wobei durch die
Emissionsbreite und durch die hohe Empfindlichkeit und
wellenlängenabhängige Detektion spektrometrische Prinzipien
verwendet werden können.

Eine solche Matrix eignet sich damit hervorragend zur Untersuchung

von Partikeln, die sich in einem flüssigen Medium zwischen

"Detektor" und "Analyzer" befinden.

Als interessante Anwendung können als "Partikel" ganze Zellen
untersucht werden. Im Gegensatz zu einer in einer 1D-Kapillare
durchgeführten Zytometrie erfolgt dann eine parallele Klassifikation
der Zellen entsprechend ihrer optisch erfaßbaren Parameter.

Denkbar sind die Bestimmung nach Größe, optische Eigenschaften,
wie etwa Fluoreszenz (nach entsprechender Markierung mit
spezifischen oder unspezifischen Färbungen, z.B. Antikörper
respektive lipophiler Farbstoff) oder Bewegung z.B. bei Makrophagen,
pathogenen oder anderen Einzellern o. ä. Auch die Untersuchung
ausreichend kleiner Vielzeller ist möglich, z.B. eine ganze C. elegans-
Population unter bestimmten experimentellen Bedingungen.

Ein weiteres Anwendungsfeld für eine Lichtemissions-
Detektionseinrichtung nach der Erfindung bietet die
Gelelektrophorese. Dabei kann mittels einer Lichtemissions-
Detektionseinrichtung die gelelektrophoretische Trennung von
biologischem Untersuchungsmaterial, z.B. von DNA in Agarose-
Gelen, online überwacht und ausgewertet werden, wenn
Elektrophoresekammer und die Lichtemissions-Detektionseinrichtung

entsprechend integriert werden. Der Benutzer könnte die Trennung z.B. auf dem Bildschirm verfolgen.

Dadurch wäre die Auswertung zum frühestmöglichen Zeitpunkt der
5 Trennung ermöglicht, was evtl. eine enorme Zeitersparnis zur Folge hat. Die gesamte Gerätschaft könnte aufgrund der sensitiven und hochauflösenden Lichtemissions-Detektionseinrichtung wahrscheinlich deutlich kleiner konzipiert werden, als dies zur Zeit der Fall ist, da die meisten Gelelektrophoresen primär mit dem bloßen Auge beurteilt werden, und erst sekundär ein kleiner Teil der
10 Trennungen unter einem Scanner ausgewertet wird. Aus dieser Verkleinerung folgt eine verbesserte Kühlung, die wiederum eine höhere Spannung und damit raschere Trennung ermöglicht. So ist eine weitere Beschleunigung des Vorgangs denkbar und insgesamt
15 eine große Zeitersparnis (in Analogie zur Kapillarelektrophorese erscheint eine Beschleunigung um den Faktor 10 durchaus realistisch,
bei reduziertem Material- und Analytverbrauch) möglich.

Eine mögliche Erweiterung ist die automatische Entnahme von
20 Material aus dem online vermessenen Elektrophoresegel, z.B. durch einen angeschlossenen Miniroboter/computergesteuerten Apparat.

Einige Aspekte der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Die Figuren 1 - 5 zeigen in schematischer Darstellung
25 unterschiedliche Ausführungsbeispiele für Vorrichtungen zur Herstellung/Manipulation/Untersuchung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers (BioChip). Fig. 6 zeigt eine Schnittdarstellung eines Teils eines Trägers mit integrierter Belichtungsmatrix.

30 Fig. 7 zeigt in einer stark schematisierten Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung.

Die Fig. 8 bis 11 zeigen in einer schematischen Darstellung Vorrichtungen nach der Erfindung mit selbstleuchtenden Belichtungsmatrizen.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur Herstellung eines BioChips oder/und zur Manipulation oder/und zur Untersuchung darauf immobilisierter biologisch oder biochemisch funktioneller Materialien.

Die Anordnung nach Fig. 1 kann begrifflich in drei Funktionsbaugruppen oder Systemmodule 2, 4, 6 unterteilt werden. Der nachstehend auch als programmierbare Lichtquellenmatrix bezeichnete Systemmodul 2 umfaßt wenigstens eine Lichtquelle 8, wenigstens eine Belichtungsmatrix 10, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einen Steuercomputer 12, bei dem es sich beispielsweise um einen programmierbaren Singlechip-Mikroprozessor handeln kann, welcher über eine betreffende Schnittstelle mit einem externen Rechner bedarfsweise kommunizieren kann, und dazu dient, die Belichtungsmatrix 10 nach einem betreffenden Programm zu steuern. Alternativ kann die Steuerung der Belichtungsmatrix von einem externen Rechner, z.B. Personal Computer, aus erfolgen. Das Systemmodul 2 kann ferner optische Elemente 11, 14 umfassen, bei denen es sich um Linsen, Blenden, Masken oder dergleichen, handeln kann und die gegebenenfalls auswechselbar angeordnet sind.

Der zweite Systemmodul 4 ist der auswechselbare Träger oder BioChip, der von der programmierbaren Lichtquellenmatrix 2 belichtet werden soll. Bei dem dritten Systemmodul 6 handelt es sich um eine Lichtdetektionseinheit, die vorzugsweise eine Matrix aus Lichtsensoren 16 umfaßt. Vorzugsweise handelt es sich bei der Matrix 16 um einen insbesondere farbtüchtigen CCD-Sensorchip, der für Spektral- und intensitätsaufgelöste, ortsselektive Messungen heranziehbar ist. Gegebenenfalls kann auch der Systemmodul 6 optische Elemente 18, wie Linsen, Blenden, Masken oder dergleichen enthalten.

Die Lichtsensormatrix 16 ist der Belichtungsmatrix 10 zugewandt gegenüberliegend angeordnet, wobei sich der Träger 4 im (Durchlicht-) Strahlengang zwischen der Belichtungsmatrix 10 und der Lichtsensormatrix 16 befindet.

5

In Beispielsfall nach Fig. 1 handelt es sich bei der Belichtungsmatrix 10 um eine elektronisch steuerbare optische Komponente, deren Transparenz 10
ortsauflöst nach Maßgabe der Auflösung der Matrix, also der Anordnung und Größe der die Matrix bildenden und gezielt adressierbaren Matrix-
elemente, steuerbar ist, und zwar vorzugsweise zwischen zwei Zuständen, nämlich dem im wesentlichen opaken Zustand und einem Zustand maximaler Durchlässigkeit für das Licht der Lichtquelle 8. Man kann die Belichtungsmatrix 10 daher als elektronisch ansteuerbare Maske in Durchlicht-Anordnung betrachten. Je nach Ansteuerung durch den Steuerrechner 12 erzeugt die Belichtungsmatrix 10 ein Belichtungsmuster, mit dem der Träger 4 ortsselektiv belichtet wird. Bevorzugt wird als Belichtungsmatrix 10 in der Anordnung nach Fig. 1 eine Lichtventil-Matrix (LCD-Matrix mit SPD-Füllung) verwendet. Grundsätzlich können auch andere 15
ortsauflöst steuerbare Lichtventilanordnungen, z.B. Mikroplatten, Mikroschieber, usw. zur Verwirklichung einer Belichtungsmatrix 10 der in Fig. 1 gezeigten Art herangezogen werden.

20

Der Detektionsmodul 6 kann zu seiner Steuerung und zur Verarbeitung der von ihm bereitgestellten Meßinformationen mit dem Computer 12 oder 25
gegebenenfalls mit einem externen Computer, z.B. Personal Computer, in Verbindung stehen.

30

Die Systemmodule 2 und 6 sind vorzugsweise an einem in Fig. 1 nicht gezeigten gemeinsamen Halter angeordnet und gegebenenfalls relativ zueinander justierbar. Der Halter weist ferner eine Schiebeführung oder dergleichen auf, mittels der die auswechselbaren Träger 4 jeweils in die Position gemäß Fig. 1 auf einfache Weise eingebracht und aus dieser

Position zur Herausnahme des betreffenden Trägers 4 auch wieder entfernt werden können.

Die Anordnung nach Fig. 1 kann in bevorzugter Weise dazu herangezogen werden, einen betreffenden Träger 4 ortsselektiv mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien zu beschichten. Hierzu wird ein Träger 4 herangezogen, der eine Oberfläche mit photoaktivierbaren Gruppen aufweist. Beispiele geeigneter Träger sind u.a. in der deutschen Patentanmeldung 198 39 256.7 angegeben. Die programmierbare Lichtquellenmatrix 2 wird dazu verwendet, ein Belichtungsmuster auf der mit photoaktivierbaren Gruppen versehenen Trägeroberfläche zu erzeugen, um die photoaktivierbaren Gruppen in vorbestimmten Bereichen zu aktivieren, die nach Maßgabe des Belichtungsmusters dem Licht der Lichtquelle 8 ausgesetzt sind. Der Oberfläche (im Beispiel einer Innenoberfläche des Trägers) können über den Zulauf 20 betreffende Reagenzien zugeführt werden, welche gewünschte biologisch oder biochemisch funktionelle Materialien oder Bausteine für solche Materialien enthalten, die dann an den vorbestimmten Bereichen binden können. Mit 21 ist eine Ablaufleitung für die Reagenzien bezeichnet.

Die biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien oder Bausteine können ihrerseits mit photoaktivierbaren Gruppen versehen sein, die in einem etwaigen folgenden Aktivierungsschritt bereichsweise nach Maßgabe des dann gewählten Belichtungsmusters aktiviert werden können, um in einem weiteren Bindeschritt biologisch oder biochemisch funktionelle Materialien oder Bausteine für solche Materialien entsprechend den eingesetzten Reagenzien zu binden. Nicht aufgeführt wurden vorstehend etwaige Waschschrifte zur Ausspülung der zuletzt verwendeten Reagenzien vor dem jeweiligen nächsten Belichtungsschritt. Je nach Aktivierungs-wellenlänge der photoaktivierbaren Gruppen kann es sich bei der aus-wechselbaren Lichtquelle 8 um eine jeweilige Strahlungsquelle handeln, die

im Infrarotbereich, im sichtbaren Bereich, im ultravioletten Bereich oder/und im Röntgenbereich emittiert.

Belichtungs-, Wasch- und Bindungsschritte können in gezielt gesteuerter
5 Weise wiederholt werden, um beispielsweise ein hochdichtes Mikro-Array
aus Biomolekülen, wie z.B. DNA, RNA oder PNA zu erzeugen.

Für derartige Anwendungen ist der Lichtdetektionsmodul 6 nicht unbedingt erforderlich; er lässt sich jedoch in zweckmäßiger Weise zur Online-
10 Qualitätskontrolle der Prozesse nutzen, die lichtabhängig in oder auf dem Träger 4 ablaufen, also z.B. für die Überwachung einer *in situ*-Synthese von Biomolekülen für die Herstellung eines Mikro-Arrays. Die Lichtsensormatrix 16 ermöglicht eine ortsaufgelöste Überwachung der lichtabhängigen Prozesse über optische Signale.

15 Der Lichtdetektionsmodul 6 kann allgemein zur Eichung oder Kalibrierung des Systems vor einer Synthese oder Analyse oder sonstigen Reaktionen bzw. Manipulationen auf dem oder im Träger herangezogen werden.

20 Die Lichtsensormatrix 16 kann ggf. auch für eine Typenerkennung verwendet werden, bei der z.B. ein für bestimmte Anwendungen bestimmter Träger oder Chip-Körper automatisch erkannt wird und die Reaktionen und Einstellungen während folgender Prozesse automatisch angepasst werden.

25 Durch Verwendung optischer Elemente 14 kann das zweidimensionale Belichtungsmuster ggf. in einer oder mehreren bestimmten Ebenen in oder auf dem Reaktionsträger fokussiert werden. Auch eine Verschiebung der Fokussierebene während eines Prozesses ist denkbar.

30 Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine zweite Ausführungsform einer Anordnung zur Herstellung, Untersuchung und/oder Manipulation eines Reaktionsträgers. Elemente in Fig. 2 - 6, die von ihrer Funktion her

Elementen in Fig. 1 entsprechen, sind mit jeweils korespondierenden Bezugszeichen gekennzeichnet, so daß diesbezüglich auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen werden kann. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist eine elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a als Belichtungsmatrix vorgesehen. Als elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a kann beispielsweise ein hochauflösender Flächenlichtmodulator mit viskoelastischer Steuerschicht und Spiegelschicht verwendet werden. Derartige Flächenlichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten sind beispielsweise in dem als Anlage zur vorliegenden Anmeldung beigefügten Datenblatt mit dem Titel "Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten" erläutert, welches vom Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme, D 01109 Dresden, herausgegeben wurde. Ein derartiger Flächenlichtmodulator erlaubt die Erzeugung eines ortsaufgelösten Belichtungsmusters zur Belichtung des Reaktionsträgers.

Als elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a kann alternativ auch ein Flächenlichtmodulator mit einem oder mehreren mikromechanischen Spiegelarrays verwendet werden, wie er in dem als Anlage zur vorliegenden Anmeldung beigefügten Datenblatt mit dem Titel "Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays" erläutert ist, welches vom Fraunhofer Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme, D 01109 Dresden, herausgegeben wurde. Reflexions-Flächenlichtmodulatoren sind ferner von der Fa. Texas Instruments entwickelt worden.

Ganz allgemein eignen sich solche elektronisch steuerbare Spiegelmatrizen in CMOS-40V-Technik sehr gut für die Belange der vorliegenden Erfindung, da sie in einem weiten Spektralbereich, insbesondere auch in UV-Spektralbereich des Lichtes eingesetzt werden können, um die gewünschten Belichtungsmuster zu erzeugen. Dies gilt nicht für UV-empfindliche Spiegelmatrizen in z.B. 5V-Technik.

Bei der Strahlengangführung gemäß Fig. 2 ist noch ein Lichtumlenkelement 24 erforderlich, bei dem es sich beispielsweise um einen teildurchlässigen Spiegel handelt, der das von der Lichtquelle 8 her kommende Licht zur Reflexionsmatrix 10a hin umlenkt und das von der Reflexionsmatrix 10a zurückreflektierte Licht nach unten hin zu dem Reaktionsträger 4 durchläßt, so daß auf dem Reaktionsträger 4 oder gegebenenfalls in dem Reaktionsträger 4 das nach Maßgabe der Ansteuerung der Reflexionsmatrix 10a erzeugte Belichtungsmuster zur Photoaktivierung, Analyse oder Manipulation von biochemischen Vorgängen genutzt werden kann.

10

Fig. 3 zeigt eine Variante der Ausführungsform nach Fig. 2, wobei die Ausführungsform der Fig. 3 einen Strahlengang aufweist, bei dem auf das in Fig. 2 mit 24 bezeichnete Umlenkelement verzichtet werden kann, da die steuerbare Reflexionsmatrix 10a so angeordnet ist, daß sie von der Lichtquelle 8 kommendes Licht nach Maßgabe des gewählten Belichtungsmusters zum Reaktionsträger 4 hin umlenken kann. Bei Verwendung eines Aufbaus entsprechend der Variante von Fig. 3 sieht man in Fig. 13 die Abbildung eines Trägers mit mäanderförmigem Kanal. Dabei befinden sich zwischen Träger und CCD-Sensor keinerlei optische Elemente, es handelt sich um linsenlose Direktdetektion. Als Lichtquelle dient in diesem Fall ein Laser.

15

20

Fig. 4 zeigt in einer schematischen Darstellung eine weitere Ausführungsform einer Anordnung zur Herstellung, Untersuchung oder/und Manipulation eines Trägers nach der vorliegenden Erfindung. Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 wird als Belichtungsmatrix eine Matrixanordnung 10b aus Lichtquellen, beispielsweise ein Mikrolaser-Array oder ein Mikrodioden-Array, verwendet. Es finden zur Zeit Entwicklungen statt, die darauf zielen, eine Vielzahl von mikroskopisch kleinen Halbleiterlasern als winzige, leistungsfähige Lichtquellen auf einem einzigen Chip unterzubringen. Ein derartiger steuerbarer "Licht-Chip" könnte als Matrix 10b herangezogen werden. Bezuglich Literatur zum Hintergrund der "Lichtchips" kann z.B. auf

die Zeitschriften: Nature 3, 97, S. 294 - 295, 1999 und MPC-Spiegel 4/98, S. 13 - 17 verwiesen werden.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung, bei der der Detektionsmodul 6 mit Sensormatrix 16 für Auflicht- bzw. Rücklichtbeobachtung des Reaktionsträgers 4 eingerichtet ist.

Sämtliche Anordnungen nach den Figuren 1 - 5 können als Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien versehenen Testbereichs eines Trägers verwendet werden. Dies kann in einer Weise geschehen, wie es in der deutschen Patentanmeldung 198 39 254.0 offenbart ist.

Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch eine Ausführungsform eines Trägers 4 nach der Erfindung, wobei sich diese Ausführungsform dadurch auszeichnet, daß die Belichtungsmatrix 10 Bestandteil des Trägerkörpers 4 ist. Als Belichtungsmatrix wird in diesem Fall vorzugsweise eine Lichtventil-Matrix verwendet, die zusammen mit ihrem Chipträger 4 entsorgt werden kann, nachdem der Träger nicht mehr gebraucht wird.

Im Beispieldfall der Fig. 6 weist der Trägerkörper 4 Kapillarkanäle 30 auf, deren Wände als Präparationsoberfläche für die Beschichtung mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien dienen. Die Kanäle 30 können selektiv mit den betreffenden Reagenzien beschickt werden. In Fig. 6 sind folgende Einzelheiten zu erkennen: Begrenzungsschichten 32 mit lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Bereichen 34 bzw. 35, transparente Elektroden 36 mit dazwischen eingeschlossenen und von den Elektroden 36 zu beeinflussenden SPD-Teilchen (suspended particles) oder alternativ Flüssigkristallen 38.

Fig. 7 zeigt in einer stark vereinfachten schematischen Darstellung eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung in Form einer Sandwich-Struktur aus Lichtventilmatrix 103 (zweidimensionales Flüssigkristall-Belichtungselement), transparentem Probenträger 105 mit darin befindlichem Probenmaterial 107 und CCD-Matrix 109 (Bildaufnehmer). Lichtventilmatrix 103 und CCD-Matrix 109 sind von einer gemeinsamen (nicht gezeigten) Steuereinrichtung aus ansteuerbar, beispielsweise um einander zugeordnete Matrixelemente der Lichtventilmatrix und der CCD-Matrix gleichzeitig aktiv zu schalten.

10

Die gezeigte Anordnung eignet sich z.B. zur Messung der optischen Absorption des Probenmaterials 107 in dem transparenten Träger 105. Bei dem Probenmaterial 107 kann es sich beispielsweise um Mikropartikel (Smart-Beads) handeln. Eine solche Anordnung ist in Fig. 12 gezeigt. Hier 15 ist als transparenter Träger 105 eine kommerziell erhältliche Neubauer-Zellzählkammer mit farbigen Mikropartikeln 107 gefüllt worden. Bei Belichtung mit einer Lichtquelle 8, bestehend aus Kaltlichtquelle mit Faserauskopplung und Lochblende (802), können farbige Mikropartikel mit dem CCD-Sensor detektiert und die Farbe durch die Absorption bestimmt werden (in schwarzweiß nicht zu sehen). Nach Markierung der Mikropartikel 20 mit Fluoreszenzfarbstoffen lassen sich diese mit geeigneter Lichtquelle in gleicher Weise durch den CCD-Sensor detektieren.

Nicht zu erkennen in Fig. 7 sind Mittel zur Positionierung der 25 Lichtventilmatrix relativ zur CCD-Matrix. Hierbei könnte es sich beispielsweise um Mittel zum Verschwenken der Lichtventilmatrix 103 relativ zur CCD-Matrix 109 handeln. Selbstverständlich können zahlreiche andere Möglichkeiten gewählt werden, um die Lichtventilmatrix 103 und die 30 CCD-Matrix 109 lagerichtig zueinander zu positionieren und ggf. aneinander zu fixieren.

Fig. 8 zeigt eine weitere Anordnung zur ortsaufgelösten photochemischen Synthese von Polymersonden auf einem Träger und/oder zur Manipulation und/oder zur Untersuchung immobilisierter, biologischer, biochemisch funktioneller Materialien. Die Anordnung nach Fig. 8 kann begrifflich in die drei Funktionsbaugruppen 201, 203 und 206 unterteilt werden. Hierbei bildet das Systemmodul 201 eine Belichtungsmatrix z.B. in Form einer LED-Matrix, die softwaregesteuert ein Beleuchtungsmuster erzeugt, welches in dem Träger 203 die ortsaufgelöste photochemische Synthese von Polymersonden induzieren kann. Die Ankopplung des Beleuchtungsmusters in dem Träger 203 erfolgt mit Hilfe der Systemkomponente 202. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine mechanische Maske mit einer Lochblende für jedes LED-Matrixelement handeln. Besser geeignet ist die Verwendung mikrooptischer Bauelemente, wie z.B. Mikrolinsen. Des Weiteren kann es sich hierbei auch um ein "fused fiber optic taper" handeln, durch welches die Divergenz des von den einzelnen Lichtquellenelementen emittierten Lichtes erheblich vermindert werden kann. Gegenüber dem Träger 203 befindet sich auf der Austrittsseite des Lichtes ein optischer Vielkanaldetektor (vorzugsweise ein CCD-Sensor bzw. eine CCD-Kamera). Die Arbeitsweise dieser CCD-Kamera wird mit Hilfe einer geeigneten Hardware oder Software mit dem Betrieb der Belichtungsmatrix 201 abgestimmt. Zur Steuerung wird vorzugsweise ein Personal Computer verwendet, der die Belichtungsmatrix und die CCD-Kamera ansteuert. Zur Steuerung kann alternativ oder zusätzlich auch ein Frequenzgenerator herangezogen werden, mit dem die Belichtungsmatrix 201 und der dann "gegatete" CCD-Chip 206 elektronisch miteinander synchronisiert werden. Die letztere Ausführungsform wird insbesondere eine fluoreszenzspektroskopische Detektion der an den Träger 203 gebundenen Analyten ermöglichen, ohne daß zusätzliche frequenzselektive Elemente zwischen dem Träger 203 und der Detektormatrix 206 eingebracht werden müssen. Wie oben bereits erwähnt wurde, ist eine Voraussetzung für diese Methode jedoch, daß die einzelnen Elemente der Belichtungsmatrix im Zeitbereich weniger Nanosekunden ein- bzw. ausgeschaltet werden können. Alternativ

hierzu kann ein optisches Filter 204 bei der fluoreszenzspektroskopischen Detektion eine spektrale Separation des Anregungs- und Signallichtes ermöglichen. Bei Verwendung eines Filterrades 204 ist es darüber hinaus möglich, Analyten verschiedener Probenmaterialien, die mit 5 Fluoreszenzfarbstoffen deutlich unterschiedlicher Emissionsmaxima markiert worden sind, simultan auf dem gleichen Träger 203 zu analysieren. Die ortsselektive Abbildung des vom Träger 203 emittierten Signallichtes auf der Detektormatrix 206 kann optional mit der Baukomponente 205 erfolgen. Hierbei kann es sich entweder um ein abbildendes Linsensystem oder um 10 ein "fused fiber optic taper" handeln.

Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen weitere mögliche Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. All diesen Ausführungsformen ist gemeinsam, daß das von der Belichtungsmatrix 201 erzeugte Beleuchtungsmuster verkleinert auf dem Träger 203 abgebildet wird. 15 Elemente in den Figuren 9, 10 und 11, die von ihrer Funktion her den Elementen in Fig. 8 entsprechen, sind mit jeweils korrespondierenden Bezugszeichen gekennzeichnet, so daß diesbezüglich auf die Beschreibung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 8 verwiesen werden kann. Bei der Ausführungsform nach Fig. 9 erfolgt die Verkleinerung der optischen 20 Abbildung durch Strahlführung in einem "fused fiber optic taper" 207, wohingegen im Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 die Verkleinerung durch ein geeignetes abbildendes Linsensystem 208 realisiert wird. Hierbei können sowohl Makro- als auch Mikrolinsensysteme eingesetzt werden. Bei dem in 25 Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel wird schließlich eine Kombination eines "fused fiber optic tapers" 207 und eines abbildenden Linsensystems 208 verwendet.

Zusammenfassend sei in bezug auf die Figuren 8 - 11 noch folgendes 30 angemerkt. Sie zeigen eine Vorrichtung mit einer Lichtquellenmatrix, einer mikrooptischen Baukomponente sowie einer Verkleinerungsoptik zur lichtgesteuerten Induktion ortsaufgelöster chemischer bzw. biochemischer

- 43 -

Synthesen in einem Reaktionsträger. Im Falle der Verwendung einer LED-Matrix als Lichtquellenmatrix hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn nicht mehr als 75% der Lichtquellenmatrixfläche mit LED's bedeckt sind.

- 5 Es sei darauf hingewiesen, daß ein oder mehrere Spalte zwischen einzelnen Bauelementen der Vorrichtung mit einem optischen Fluid gefüllt sein können.

Bezugnehmen auf die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform der Erfindung
10 zeigt Figur 12 eine Anordnung umfassend einen transparenten Träger 105, z.B. eine kommerziell erhältliche Neubauer-Zell-Zell-Kammer, die mit farbigen Mikropartikeln 107 gefüllt worden ist. Bei Belichtung mit einer Lichtquelle 8, z.B. einer Kaltlichtquelle mit einer Faserauskopplung und Lochblende (802) können die farbigen Mikropartikel mit der CCD-Sensormatrix (16) detektiert und die Farbe durch Absorption bestimmt werden. Bei Markierung
15 der Mikropartikel mit Fluoreszenzfarbstoffen kann eine Detektion durch den CCD-Sensor auf analoge Weise erfolgen.

Anlage zur Anmeldung "Verfahren zur Herstellung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers (BioChip)"



Fraunhofer

Institut

Mikroelektronische

Schaltungen und Systeme

Lichtmodulatoren mit Viskoelastischen Steuerschichten

Fraunhofer-Institut für
Mikroelektronische
Schaltungen und Systeme

Grenzstraße 28
D - 01109 Dresden
Telefon: +49 (0) 3 51 / 88 23-238
Fax: +49 (0) 3 51 / 88 23-266
Internet: <http://www.imsdd.fhg.de>

Ansprechpartner:
Ines Schedwill & Heiko Menzel
Telefon: +49 (0) 3 51 / 88 23-238
E-Mail: schedwil@imsdd.fhg.de
menzel@imsdd.fhg.de



FhG-IMS reserves the right to change products and specifications without prior notice. This information does not convey any license by any implication or otherwise under patents or other rights. Application circuits shown, if any, are typical examples illustrating the operation of the devices. FhG-IMS cannot assume responsibility for any problems rising out of the use of these circuits.

Merkmale

Viskoelastische Steuerschichten bilden eine Klasse von hochauflösenden Flächenlichtmodulatoren (SLM's) mit deformierbaren Spiegelanordnungen. Sie bestehen aus einem Array unabhängig adressierbarer Steuerelektroden auf einer unterliegenden aktiven CMOS-Ansteuermatrix, die mit einem viskoelastischen Silikon-Gel beschichtet ist. Darauf wird eine dünne Aluminiumschicht aufgebracht, die eine geschlossene Spiegeloberfläche bildet und eine hohe Reflektivität im gesamten Bereich von IR bis DUV aufweist.

Funktionsprinzip

Abb. 1 zeigt schematisch den Querschnitt einer viskoelastischen Steuerschicht. Zur Aktivierung wird eine Vorspannung zwischen Spiegel und Steuerelektroden gelegt, welche die Anordnung ganzflächig unter mechanischen Druck setzt. Die Oberfläche bleibt dabei zunächst glatt und wirkt für die Optik wie ein ebener Spiegel.

Erst das Anlegen einer zusätzlichen Steuerspannung mit alternierender Polarität an benachbarte Steuerelektroden führt zu einer Deformation aufgrund der sich ändernden elektrischen Feldkräfte. Durch Wechsel der Polarität entweder in einer oder in beiden Raumrichtungen lassen sich dabei jeweils 1D- oder 2D-sinusförmige Deformationsprofile erzeugen.

Abb. 2 zeigt dazu die an einem Steg-Spalt-Muster gemessenen Oberflächenprofile. Optisch stellen diese Deformationsprofile Phasengitter dar, deren Gitterperiode durch den Steuerelektrodenabstand definiert wird. Das einfallende Licht erfährt dabei eine Phasenmodulation entsprechend der durch die Spiegeldeformation gegebenen optischen Gangunterschiede. Durch geeignete Wahl der Deformationsamplitude kann hier nahezu das gesamte Licht in höhere Beugungsordnungen gebrochen werden, wohingegen das Licht von nicht-adressierten ebenen Pixeln allein in die nullte Ordnung fällt.

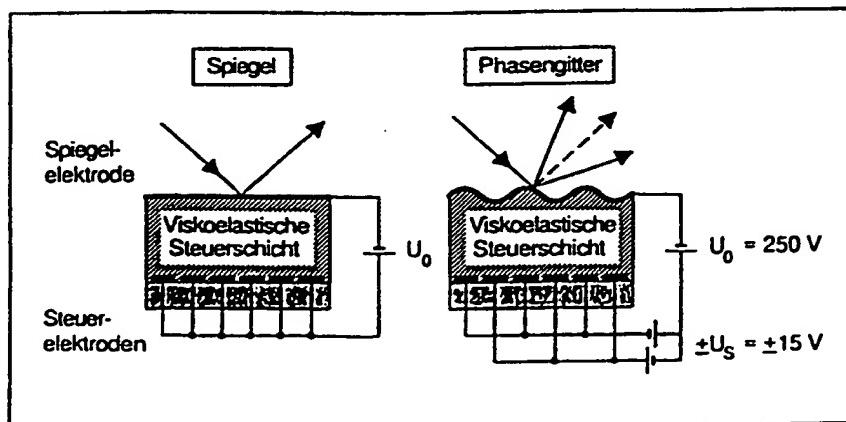


Abb. 1: Schematischer Querschnitt und Funktionsprinzip von SLMs mit viskoelastischer Steuerschicht

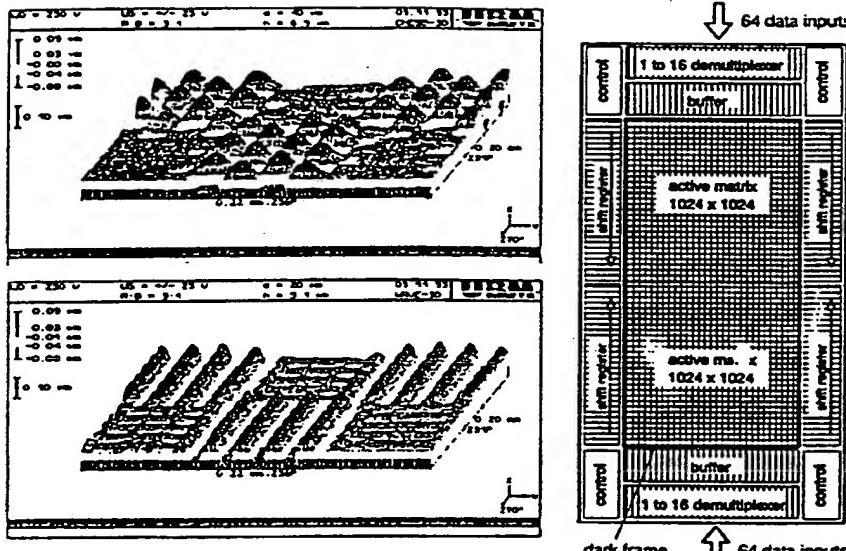


Abb. 2: links: Gemessene Oberflächendeformation eines Steg-Spalt Musters mit 1D- und 2D-sinusförmigem Phasenprofil
rechts: Schematisches Layout der 1024 x 2048 Pixel aktiven Ansteuermatrix

In Verbindung mit einem geeigneten optischen System kann dann erreicht werden, daß nur das Licht von nicht-adressierten Bereichen durchgelassen und als sichtbares Intensitätsmuster in die Bildebene projiziert wird.

Viskoelastische Steuerschichten eignen sich daher gut zur Erzeugung von Phasenmustern für optische Abbildungsanwendungen. Mit dieser Technologie wurde ein binär arbeitender SLM-Prototyp mit aktiver Matrix aus 1024 x 2048 Pixeln und $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ Pixelgröße entwickelt, wobei ein spezieller Hochvolt-CMOS-Prozeß zur Ermöglichung von Steuerspannungen bis zu $\pm 15 \text{ V}$ eingesetzt wurde.

Abb. 3 zeigt dazu das schematische Layout der aktiven Steuermatrix. Die Funktion dieses Prototypen wurde erfolgreich in einer Applikation zur schnellen Laserdirektbelichtung von sub- μ Strukturen demonstriert. Er diente dabei zur Erzeugung von Phasenmustern aus den CAD-Lay-outdaten von IC-Maskenlayern, die dann mit Hilfe des optischen Systems in ein Intensitätsbild zur Fotolackstrukturierung umgesetzt wurden.

Gegenwärtig befinden sich Lichtmodulatoren in der Entwicklung, die einen 4 Bit Analogbetrieb und eine Staffelung der Bildfeldgröße in Schritten von 256 Pixeln je Richtung erlauben.

Anwendungen

Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten eröffnen viele neue Anwendungsmöglichkeiten:

- Display Technologie:
 - Video und Daten Projektion
 - Head-up Displays
- Informations Technologie:
 - Optische Bild- und Datenverarbeitung
 - Optische Speicher
- Fertigungs Technologie:
 - Maskenloses Direktschreiben
 - Laserablation und -fertigung

Technische Parameter

Pixelgröße	$> 16 \times 16 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	256 x 256 ... 1024 x 2048
Profil	1D, 2D sinusförmig
Modulation	phasen-modulierend
Betrieb	binär oder 4 Bit analog
Deformationsamplitude	0 ... 150 nm
Str. Kurve	nahezu linear
Einstellzeit	< 2 ms
Dateneingänge	16, 32, 48, 64 Kanäle, 4 Bit, 5 V
Bildrate	100 Hz ... 500 Hz
opt. Füllgrad	100 %
Reflektivität	> 90 % (IR ... DUV)
Aufbautechnik	keramisches PGA-Gehäuse

User evaluation kit

Um die Möglichkeit anzubieten, alle grundlegenden SLM-Funktionen in einem anwenderspezifischen Umfeld zu testen, wurde ein User Evaluation Kit mit allen Komponenten für eine nutzerspezifische Bildprogrammierung der SLM's entwickelt.

SLM	
Pixelgröße	16x16, 20x20, 24x24 μm^2
Pixelzahl	256 (160) x 256
Pixeldesign	kundenspezifisch
Betrieb	4 Bit analog
SLM-board	
RAM	Speicherung von 2 Bildern
Bildrate	1 Hz (PC zu RAM) 500 Hz (RAM zu SLM)
IO-Signale	Matrix Trigger, Matrix Ready
Datentransfer	
-	über Kabelverbindung und digitaler IO-Interfacekarte für ISA-Slot am PC
Software	
-	Konversion der Nutzgebildedaten von Bitmap in das SLM-Datenformat
-	Kontrollfunktionen zum Datentransfer
-	Einstellung der Steuerspannungsspeicher für 4 Bit Graustufen
Anforderungen	
-	Windos-kompatibler PC
-	Bildmustererzeugung im Bitmap-Datenformat, z.B. mit Paintbrush



Fraunhofer

Institut

Mikroelektronische

Schaltungen und Systeme

Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays

Fraunhofer-Institut für
Mikroelektronische
Schaltungen und Systeme

Grenzstraße 28
D - 01109 Dresden
Telefon: +49 (0) 3 51 / 88 23-0
Fax: +49 (0) 3 51 / 88 23-266
Internet: <http://www.imsdd.fhg.de>

Ansprechpartner:
Ines Schedwill & Heiko Menzel
Telefon: +49 (0) 3 51 / 88 23-28
E-Mail: schedwi@imsdd.fhg.de
menzel@imsdd.fhg.de



FhG-IMS reserves the right to change products and specifications without prior notice. This information does not convey any license by any implication or otherwise under patents or other right. Application circuits shown, if any, are typical examples illustrating the operation of the devices. FhG-IMS cannot assume responsibility for any problems rising out of the use of these circuits.

Merkmale

Mikromechanische Spiegelarrays bilden eine Klasse von hochauflösenden Flächenlichtmodulatoren (SLM's) mit deformierbaren Spiegelanordnungen. Sie bestehen aus einem Array unabhängig adressierbarer Mikrospiegel, die mit den Methoden der Oberflächen-Mikromechanik in einem komplett CMOS-kompatiblen Prozeß auf einer unterliegenden aktiven Matrix-Steuerschaltung hergestellt werden. Der Prozeß benötigt lediglich drei zusätzliche Masken und erlaubt damit eine einfache Anpassung der lichtmodulierenden Eigenschaften an die verschiedenen anwendungsspezifischen Erfordernisse durch bloße Änderung der Spiegelarchitektur.

Funktionsprinzip

Die Mikrospiegel werden mit einer Oberschicht-Technik hergestellt, so daß freitragende Spiegellemente über einem Hohlraum mit unterliegender Steuerelektrode entstehen.

Spiegel und Stützpfeile bestehen dabei gleichermaßen aus Aluminium, um eine hohe Reflektivität über einem breiten Spektralbereich von IR bis DUV zu gewährleisten.

Die Aktivierung erfolgt durch Anlegen einer Steuerspannung zwischen Spiegel und Steuerelektrode, so daß die Spiegel infolge der elektrostatischen Kraftwirkung in den Hohlraum hinein deformiert werden. Die damit verbundenen optischen Gangunterschiede führen beim einfallenden Licht zu einer entsprechenden Phasenmodulation. Das Deformationsprofil und damit die lichtmodulierenden Eigenschaften hängen dabei stark von der jeweiligen Spiegelarchitektur ab. Hier lassen sich die drei grundlegenden Fälle phasenmodulierend, phasenschiebend und lichtumlenkend unterscheiden.

Aus der Vielzahl der möglichen Pixelarchitekturen wurden die beiden Strukturen aus Abb. 1 näher untersucht.

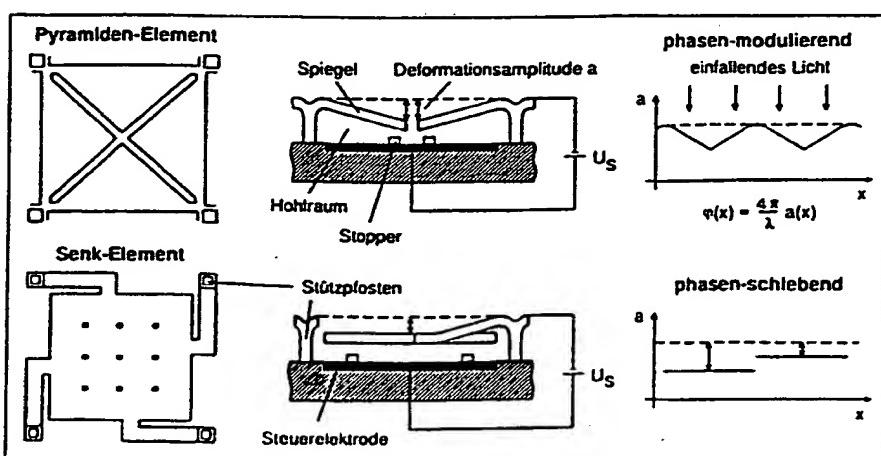


Abb. 1: Schematische Darstellung von Aufsicht, Querschnitt und resultierendem Phasenprofil für zwei verschiedene Mikrospiegelvarianten

Bei der ersten Variante werden durch elektrostatische Deformation von vier identischen Spiegelsegmenten optische Phasengitter erzeugt, in denen ein Pixel jeweils eine Gitterperiode mit inversem pyramidenförmigen Phasenprofil definiert. Diese Variante eignet sich gut zur Generierung von Phasenmustern für optische Abbildungsanwendungen.

Die zweite Variante besteht aus einer von vier Armen gehaltenen Spiegelplatte, die bei elektrischer Ansteuerung eine ebene, kolbenartige Senkbewegung liefert und damit eine pixelweise Einstellung der Phase des einfallenden Lichts erlaubt. Diese Variante eignet sich gut zur Phasenfrontkorrektur in adaptiven Optiken.

Derartige Mikrospiegel wurden bereits auf passiven Matrizen zur Untersuchung der elektromechanischen Eigenschaften aufgebaut (Abb. 2, 3). Die gemessenen Kurven in Abb. 4 zeigen dazu das typische Deformationsverhalten. Im Analogbereich steigt die Deformation nahezu quadratisch mit der Steuerspannung an. Oberhalb des sogenannten Pull-in-Points schalten die Spiegel jedoch aufgrund der Mitkopplung durch das elektrische Feld spontan in den voll ausgelenkten Zustand, so daß hier nur noch ein binärer Betrieb möglich ist. Um die Spiegel schließlich wieder in einen Gleichgewichtszustand zwischen mechanischen und elektrischen Kräften zurückzusetzen, ist eine entsprechende Reduzierung der Steuerspannung erforderlich.

Anwendungen

Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegeln eröffnen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten:

- Displaytechnologie:
 - Video und Daten Projektion
 - Head-up Displays

- Informationstechnologie:
 - Optische Bild- und Datenverarbeitung
 - Optische Speicher
- Phasenfrontkorrektur adaptiven Optiken
- Fertigungstechnologie:
 - Maskenloses Direktschreiben
 - Laserablation und -fertigung
- Medizintechnik:
 - Laser Scanning Tomographie
 - Laser Chirurgie
 - Endoskopische Head-up Displays

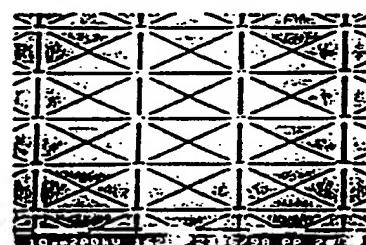


Abb. 2: SEM-Aufnahme von Pyramiden-Elementen

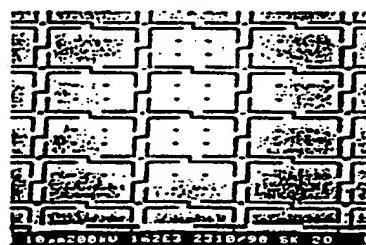


Abb. 3: SEM-Aufnahme von Senk-Elementen

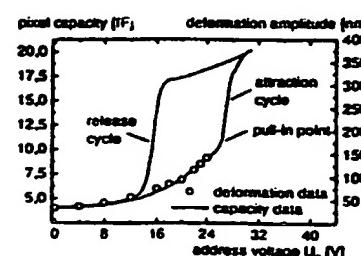


Abb. 4: Gemessenes Deformationsverhalten von $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ Senk-Elementen

Technische Parameter

Pixelgröße	$> 16 \times 16 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	$256 \times 256 \dots$ 1024×2048
Pixeldesign	kundenspezifisch, Pyramiden-, Senk-, Torsions-Elemente, ...
Profil	pyramiden-, rechteck- förmig, Sägezahn, ...
Modulation:	phasen-modulierend bzw. -schiebend, umlenkend
Betrieb	binär oder 4 bit analog
Deformations- amplitude	0 ... 1,2 μm (analog) bis zu 5,0 μm (binär)
Steuerkurve	nicht-linear
Einstellezeit	10 μs (typ.)
Bildrate	100 Hz ... 1 kHz
opt. Füllgrad	80 ... 90 %
Reflektivität	> 90 % (IR ... DUV)

User Evaluation Kit

Um die Möglichkeit anzubieten, alle grundlegenden SLM-Funktionen in einem anwenderspezifischen Umfeld zu testen, wurde ein User Evaluation Kit mit allen Komponenten für eine nutzerspezifische Bildprogrammierung der SLM's entwickelt.

SLM	
Pixelgröße	$16 \times 16, 20 \times 20, 24 \times 24 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	256 (160) x 256
Pixeldesign	kundenspezifisch
Betrieb	4 Bit analog
SLM-board	
RAM	Speicherung von 4 Bildern
Bildrate	1 Hz (PC zu RAM) 500 Hz (RAM zu SLM)
I/O-Signale	Matrix Trigger, Matrix Ready
Datentransfer:	
- Über Kabelverbindung und digitaler I/O-Interfacekarte für ISA-Slot am PC	
Software	
- Konversion der Nutzerbilddaten von Bitmap in das SLM-Datenformat	
- Kontrollfunktionen zum Datentransfer	
- Einstellung der Steuerspannungspiegel für 4 Bit Graustufen	
Anforderungen	
- Windos-kompatibler PC	
- Bildmustererzeugung im Bitmap-Datenformat, z.B. mit Paintbrush	

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers (BioChip) umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers mit einer Oberfläche, die photoaktivierbare Gruppen aufweist,
- (b) Aktivieren der photoaktivierbaren Gruppen auf mindestens einem vorbestimmten Bereich der Trägeroberfläche durch ortsspezifische Belichtung des Trägers mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist,
- (c) ortsspezifisches Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien auf mindestens einem der vorbestimmten Bereiche und
- (d) gegebenenfalls Wiederholen der Aktivierungs- und Bindschritte auf gleichen oder/und unterschiedlichen vorbestimmten Bereichen.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtung mit elektromagnetischer Strahlung im IR-Bereich,
im sichtbaren Bereich, im UV-Bereich oder/und im Röntgenbereich
erfolgt.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtung des Trägers durch pulsierende, kohärente,
monochromatische, parallele oder/und gegebenenfalls in unterschiedlichen Ebenen fokussierbare Strahlung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine parallele Belichtung unterschiedlicher vorbestimmter
Bereiche erfolgt.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Belichtungsmatrix eine Reflexionsmatrix, insbesondere eine
Reflexionsmatrix mit einer gesteuert deformierbaren Spiegelanord-
nung verwendet wird.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Reflexionsmatrix ein Lichtmodulator mit viskoelastischen
15 Steuerschichten verwendet wird oder ein Lichtmodulator mit
mikromechanischen Spiegelarrays verwendet wird.

15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Belichtungsmatrix eine vorzugsweise auf einem Chip
präparierte Matrixanordnung aus Lichtquellen oder individuell
20 ansteuerbaren Bereichen einer Lichtquelle, insbesondere ein Laser-
array oder/und ein Diodenarray verwendet wird.

20

25 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß man einen optisch transparenten Träger verwendet.

30

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Träger eine Oberfläche ausgewählt aus Halbleitermaterialien, z.B. Silicium, Germanium oder Galliumarsenid, Glas, z.B. Quarzglas, und Kunststoffen aufweist.

- 5 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die vorbestimmten aktivierten Bereiche eine Fläche von $1 \mu\text{m}^2$ bis 1 cm^2 , insbesondere $100 \mu\text{m}^2$ bis 1 mm^2 umfassen.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche von nichtaktivierten oder/und nichtaktivierbaren Bereichen umgeben sind.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtungsmatrix ein für die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche inhärentes Muster aufweist.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien aus biologischen Substanzen oder mit biologischen Substanzen reaktiven Materialien ausgewählt werden.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien ausgewählt werden aus Nukleinsäuren und Nukleinsäurebausteinen, insbesondere Nukleotiden und Oligonukleotiden, Nukleinsäureanaloga wie PNA und Bausteinen davon, Peptiden und Proteinen und Bausteinen davon, insbesondere Aminosäuren, Sacchariden, Zellen,

subzellulären Präparationen, wie Zellorganellen oder Membranpräparationen, viralen Partikeln, Zellaggregaten, Allergenen, Pathogenen, pharmakologischen Wirkstoffen und diagnostischen Reagenzien.

- 5 15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien durch
 mehrstufigen Aufbau aus Monomer- oder/und Oligomerbausteinen auf
 dem Träger synthetisiert werden.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Substanzbibliothek umfassend eine Vielzahl unterschiedli-
 cher biologisch oder chemisch funktionellen Materialien auf dem
15 Träger erzeugt wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Aktivierung von vorbestimmten Bereichen eine Schutz-
 gruppenabspaltung vom Träger selbst oder darauf gebundenen
 Materialien oder Bausteinen davon umfaßt.
- 25 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Belichtung mit einer Geschwindigkeit von 1/10000 bis 1000,
 vorzugsweise 1/10 bis 100 Lichtmustern pro Sekunde erfolgt.
- 30 19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Belichtung des Trägers durch eine Sensormatrix, insbeson-
 dere eine CCD-Matrix überwacht und gegebenenfalls gesteuert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix eine Durchlichtanordnung bilden.

5

21. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix eine Auflichtanordnung bilden.

10

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß mit der Belichtungs- und der Sensormatrix eine Vorkalibrierung des Trägers durchgeführt wird.

15

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das zumindest teilweise Ablösen von auf den Träger synthetisierte Materialien, insbesondere Polymeren wie Nukleinsäuren, Nukleinsäureanaloga und Proteinen.

20

24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Materialien in unterschiedlichen Bereichen in aufeinanderfolgenden Schritten abgelöst und als Bausteine zum weiteren Aufbau von Polymeren, insbesondere Nukleinsäure-Polymeren, eingesetzt werden.

25

25. Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, zur Herstellung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers.

30

26. Verwendung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Träger eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien, insbesondere biologischer Materialien, enthält.

5

27. Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix, insbesondere Reflexionsmatrix, in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien versehenen 2- oder 3-dimensionalen Testbereichs.

10

28. Verwendung nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Herstellung des Testbereichs in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgt.

15

29. Verwendung nach Anspruch 27 oder 28,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Testbereich ausgewählt wird aus beschichteten Trägern, Ausstrichen, z.B. von Zellen oder Mikrobeads, und biologischen Proben, z.B. Gewebeschnitten oder Zellarrays.

20

30. Verwendung nach einem der Ansprüche 27 bis 29 in Verbindung mit einer Licht-Detektionsmatrix, insbesondere einer CCD-Matrix.

25

31. Verfahren zur Synthese von Polymeren,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Vielzahl von Oligomerbaublöcken auf einen Träger durch parallele Syntheseschritte aufgebaut, vom Träger abgelöst und untereinander zum Aufbau des Polymeren in Kontakt gebracht werden.

30

32. Verfahren nach Anspruch 31,
dadurch gekennzeichnet,
daß doppelsträngige Nukleinsäure-Polymeren mit einer Länge von
mindestens 300 bp, insbesondere mindestens 1000 bp synthetisiert
werden.

5

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 32,
dadurch gekennzeichnet,
daß Nukleinsäure-Polymeren ausgewählt aus Genen, Genclustern,
10 Chromosomen, viralen und bakteriellen Genomen oder Abschnitten
davon synthetisiert werden.

10

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 33,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Oligomerbaublöcke eine Länge von 5 bis 150, vorzugsweise
15 5 bis 30 Monomereinheiten aufweisen.

15

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 34,
dadurch gekennzeichnet,
daß in aufeinanderfolgenden Schritten jeweils partielle komplementäre
20 Oligonukleotidbaublöcke vom Träger abgelöst und unter Hybridi-
sierungsbedingungen miteinander bzw. mit dem Polymer-Zwischen-
produkt in Kontakt gebracht werden.

20

25 36. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, mit einer Belichtungsmatrix (10), die zur
Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters
steuerbar ist, einem die Belichtungsmatrix (10) und ggf. eine der
Belichtungsmatrix (10) zugeordnete Lichtquelle (8) tragenden
Rahmen, einer programmierbaren Steuereinrichtung (12) zur Steue-
30 rung der Belichtungsmatrix (10), einer an dem Rahmen vorgesehenen
Trägerhalterung zur Aufnahme und gezielten Positionierung eines

30

betreffenden Trägers (BioChips) (4) relativ zur Belichtungsmatrix (10), derart, daß von der Belichtungsmatrix (10) erzeugte Lichtmuster auf die betreffende Oberfläche des Trägers (4) projizierbar sind.

- 5 37. Vorrichtung nach Anspruch 36, wobei die Belichtungsmatrix eine Reflexionsmatrix, eine Lichtquellenmatrix oder eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix ist.
- 10 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 37, wobei eine optische Detektionseinrichtung (6) zur Beobachtung des Trägers (4) vorgesehen ist.
- 15 39. Vorrichtung nach Anspruch 38, wobei die optische Detektionseinrichtung (6) eine Sensormatrix (16), insbesondere CCD-Sensor, umfaßt.
- 20 40. Ein mit biologischen oder chemisch funktionellen Materialien beschichteter oder zu präparierender Träger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (4) eine zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere Flüssigkristallmatrix, aufweist. (Fig. 6)
- 25 41. Lichtemissions-Detektionseinrichtung mit einer Belichtungsmatrix (103), die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einer der Belichtungsmatrix (103) zugewandt gegenüberliegenden Lichtsensormatrix (109) zur Detektion des optischen Verhaltens wenigstens einer Substanz, die an und/oder in einem zum mindesten bereichsweise im wesentlichen transparenten Träger (105) vorgesehen ist, der zwischen der Belichtungsmatrix (103) und der Lichtsensormatrix (109) positioniert oder ggf. auswechselbar positionierbar ist.

42. Lichtheissions-Detektionseinrichtung nach Anspruch 41, wobei die Belichtungsmatrix (103) eine Reflexionsmatrix, eine selbstemittierende Belichtungsmatrix oder eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere eine Lichtventilmatrix ist.

5

43. Lichtheissions-Detektionseinrichtung nach Anspruch 41 oder 42, wobei die Lichtsensormatrix (109) einen CCD-Sensor umfaßt.

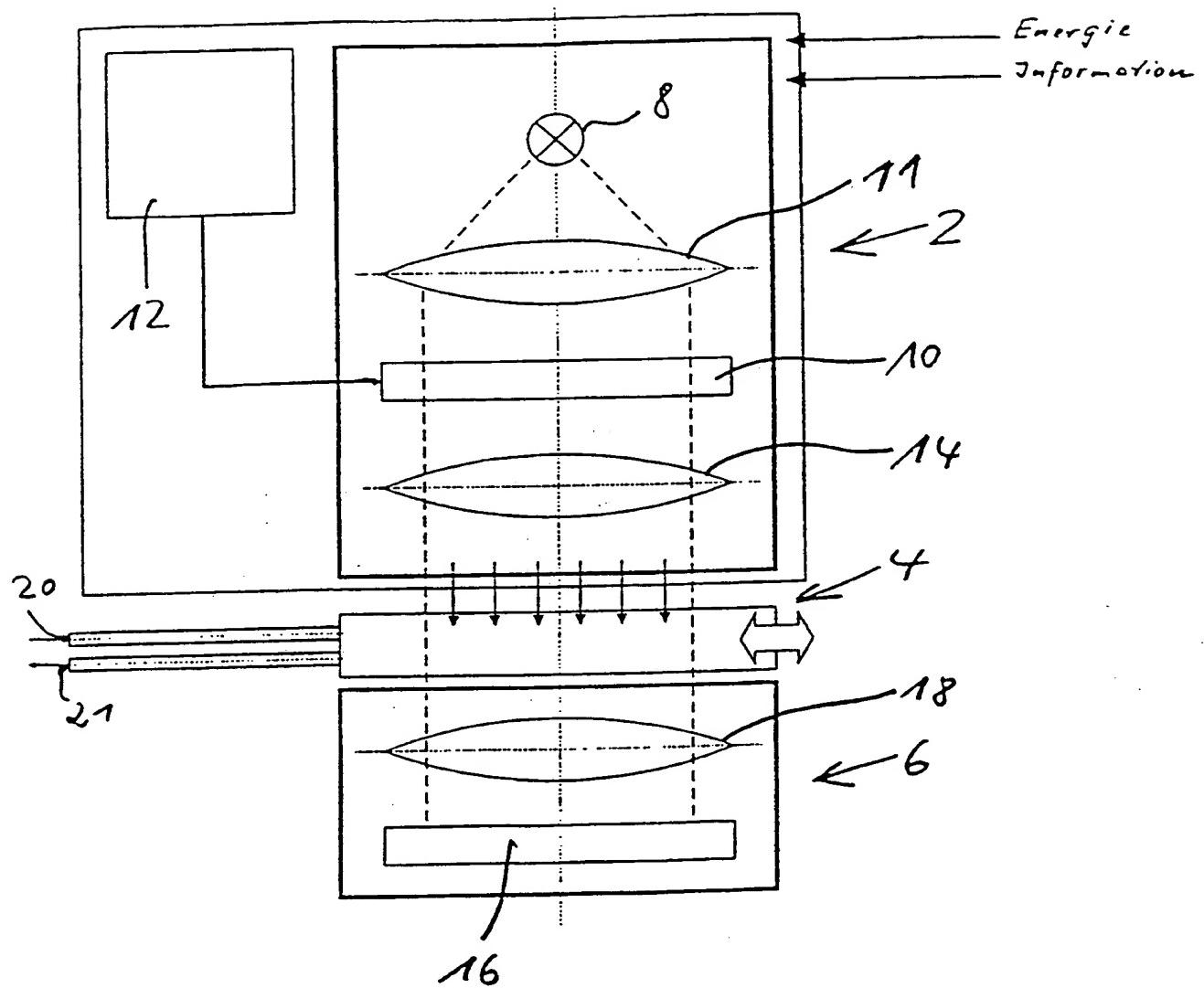


Fig. 1

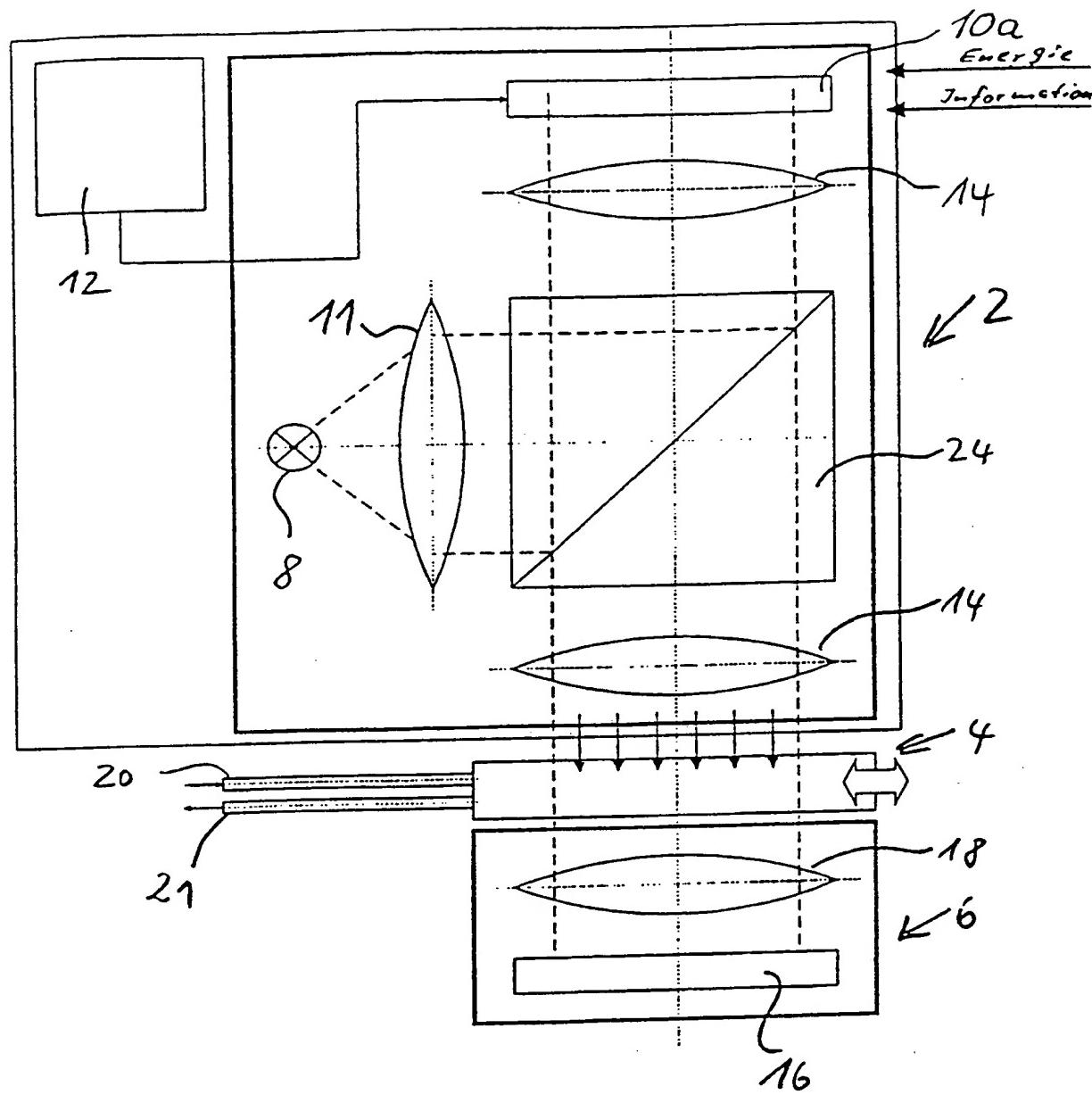


Fig. 2

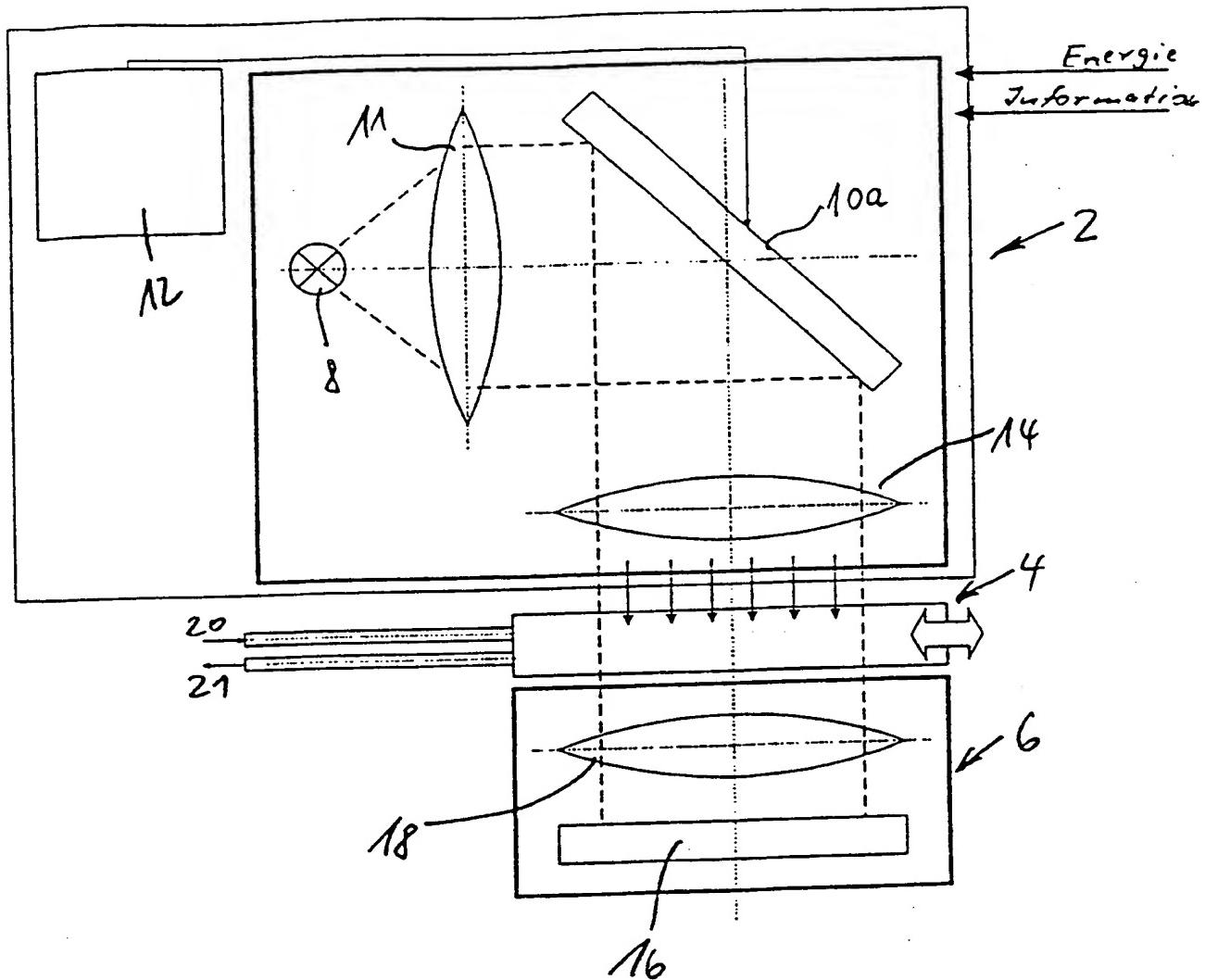


Fig. 3

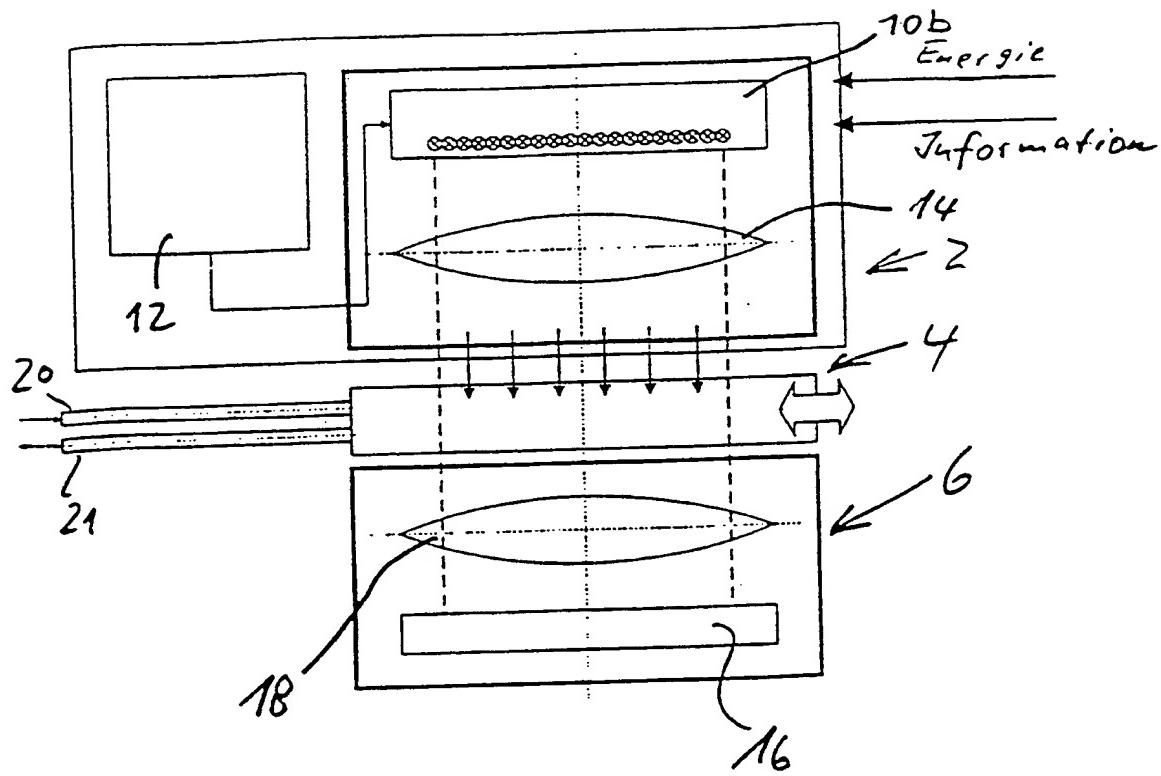


Fig. 4

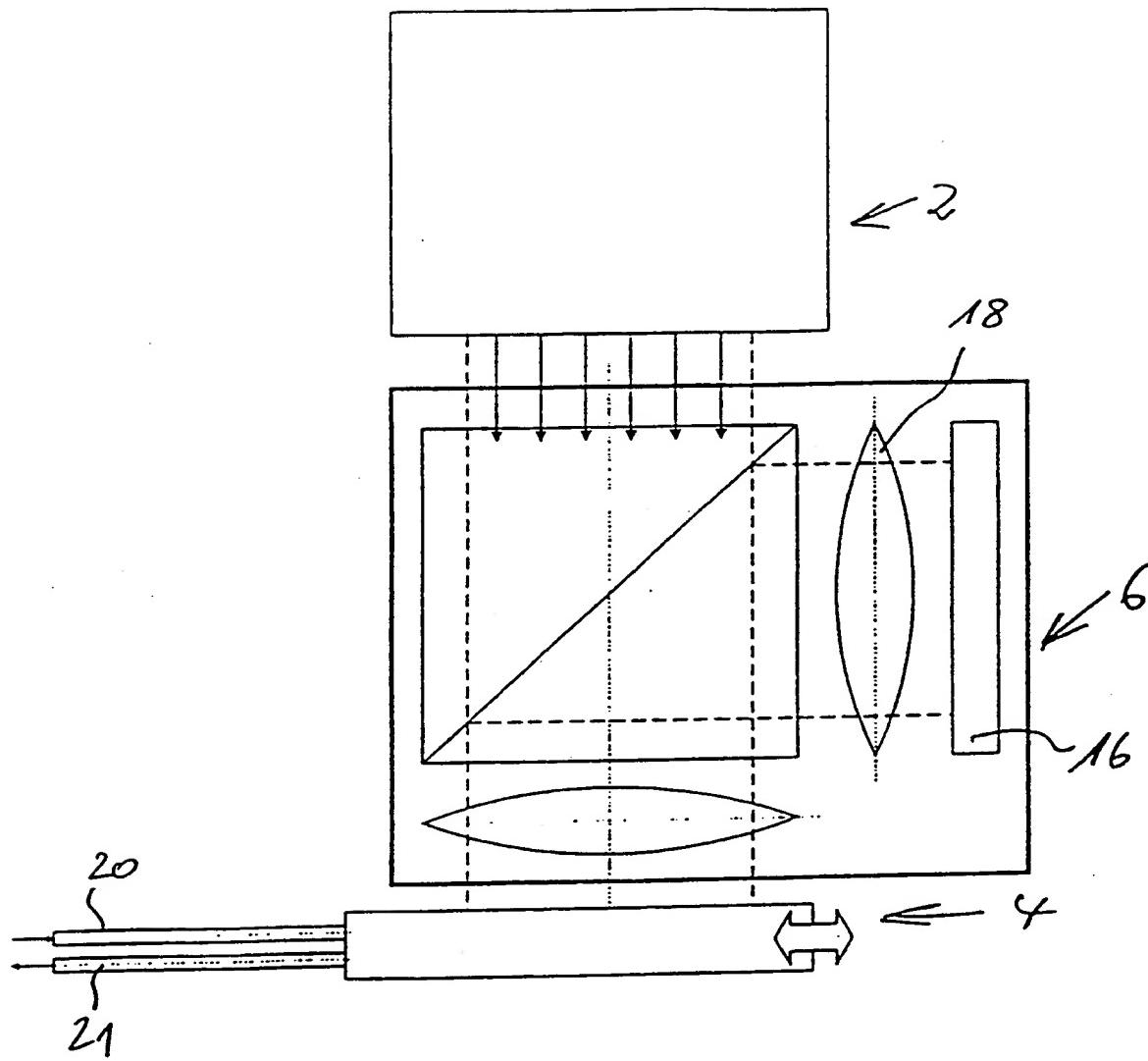


Fig. 5

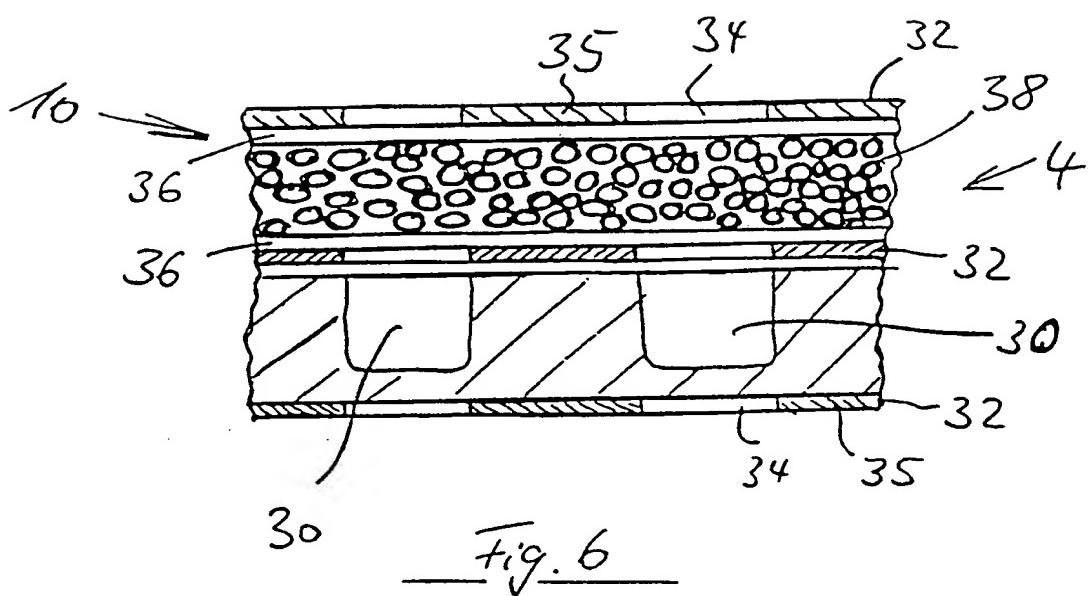
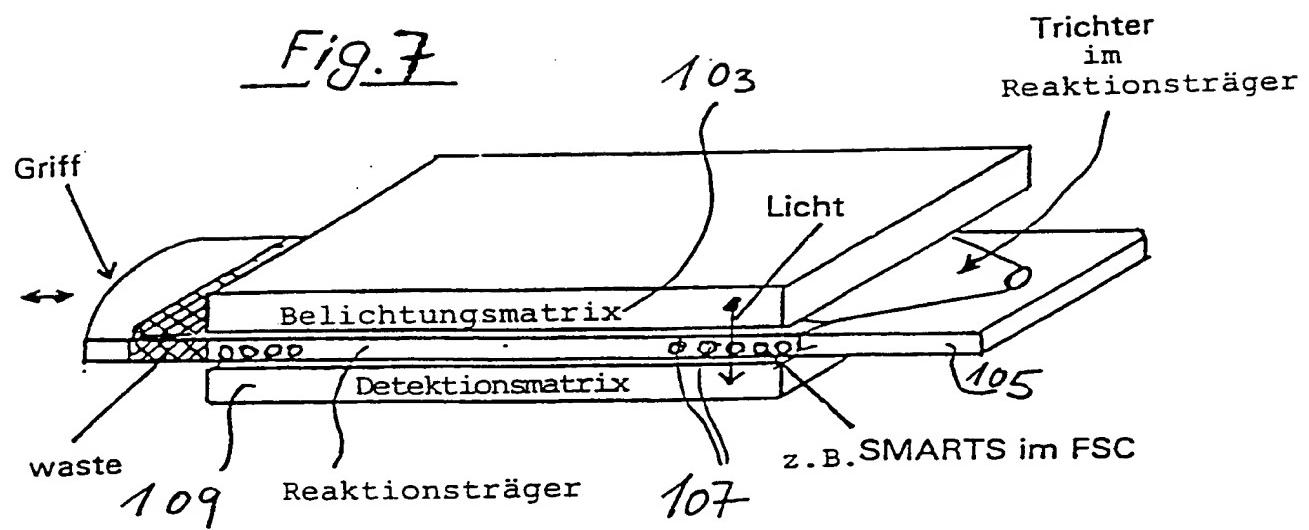
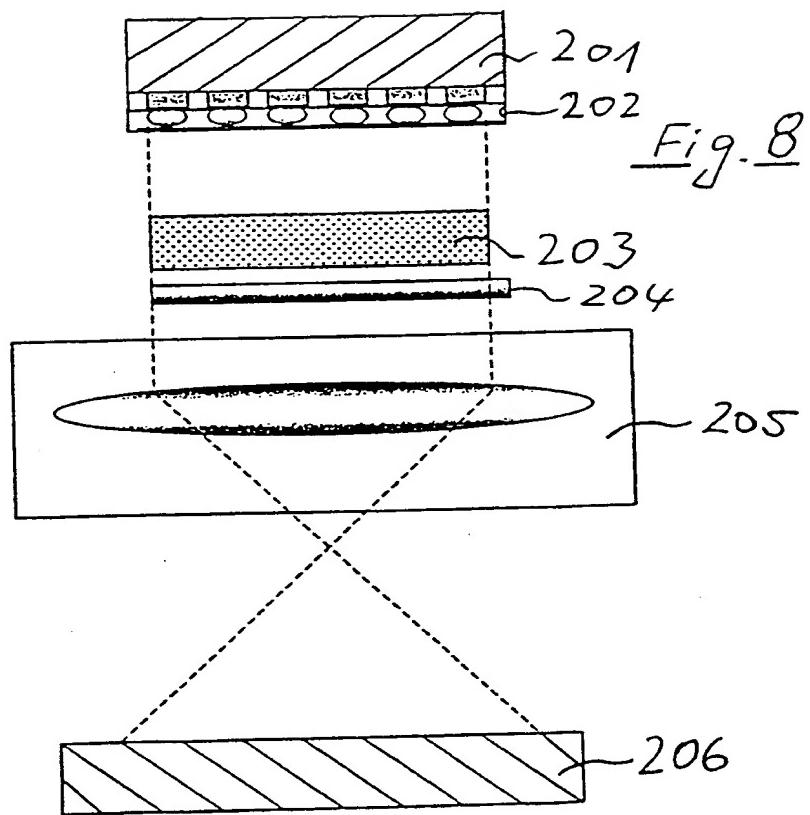


Fig. 7



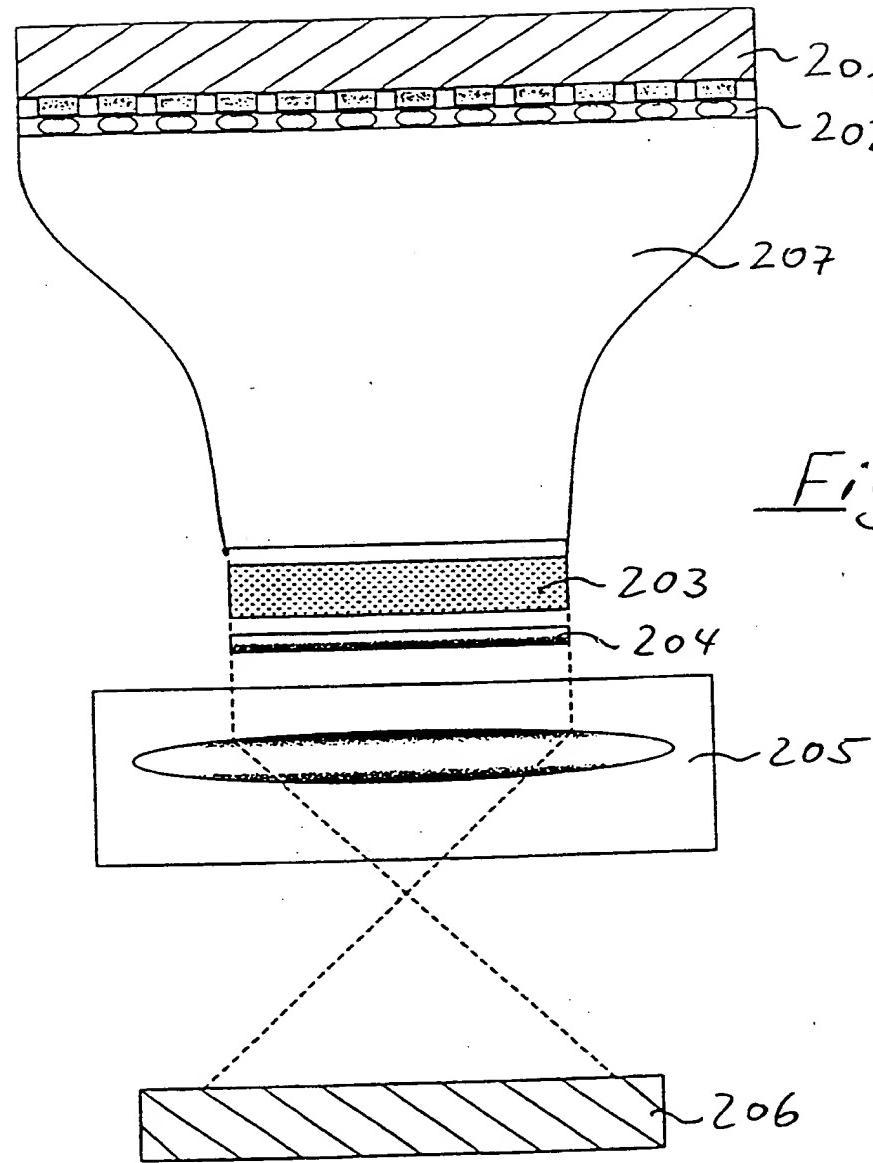
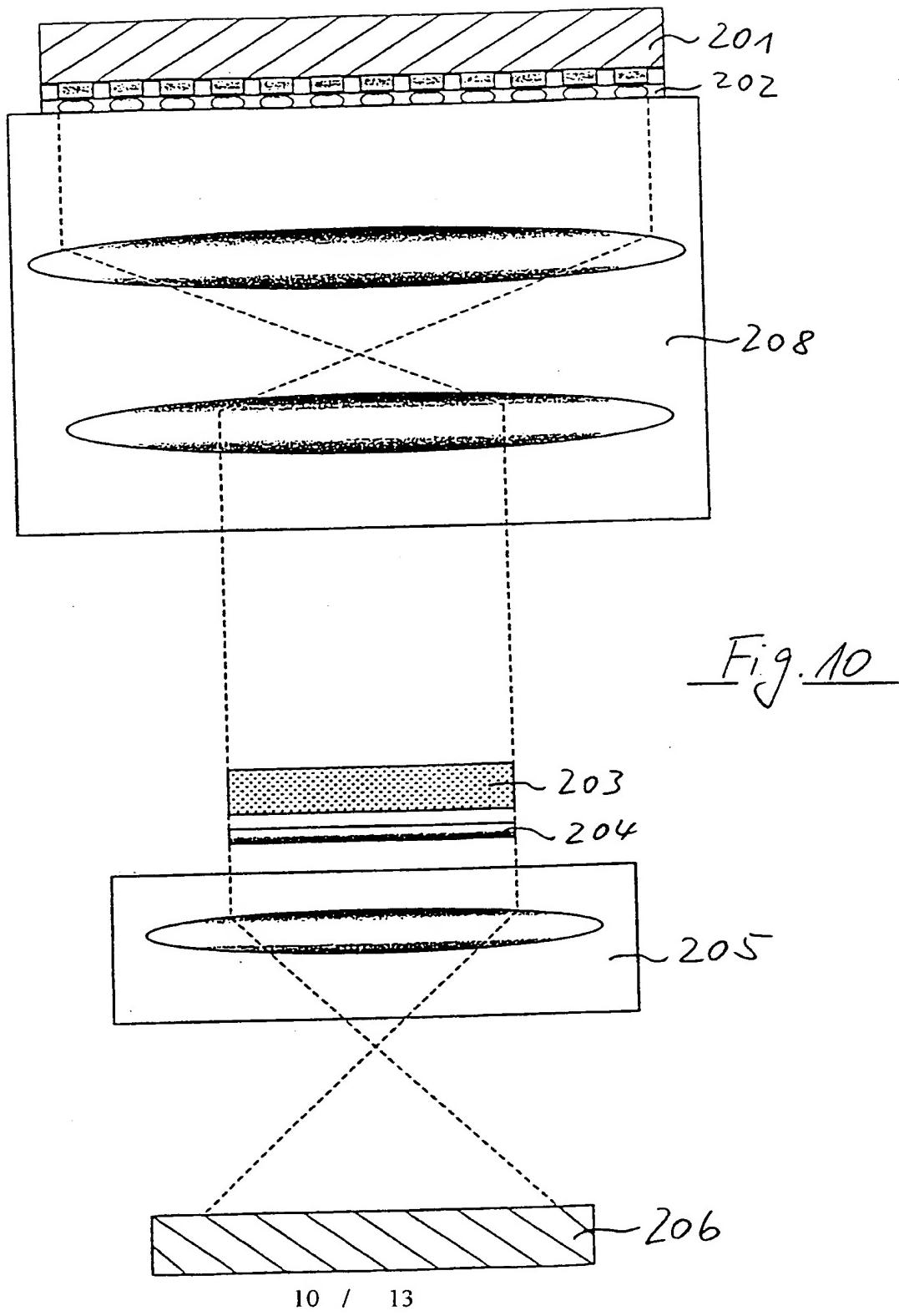
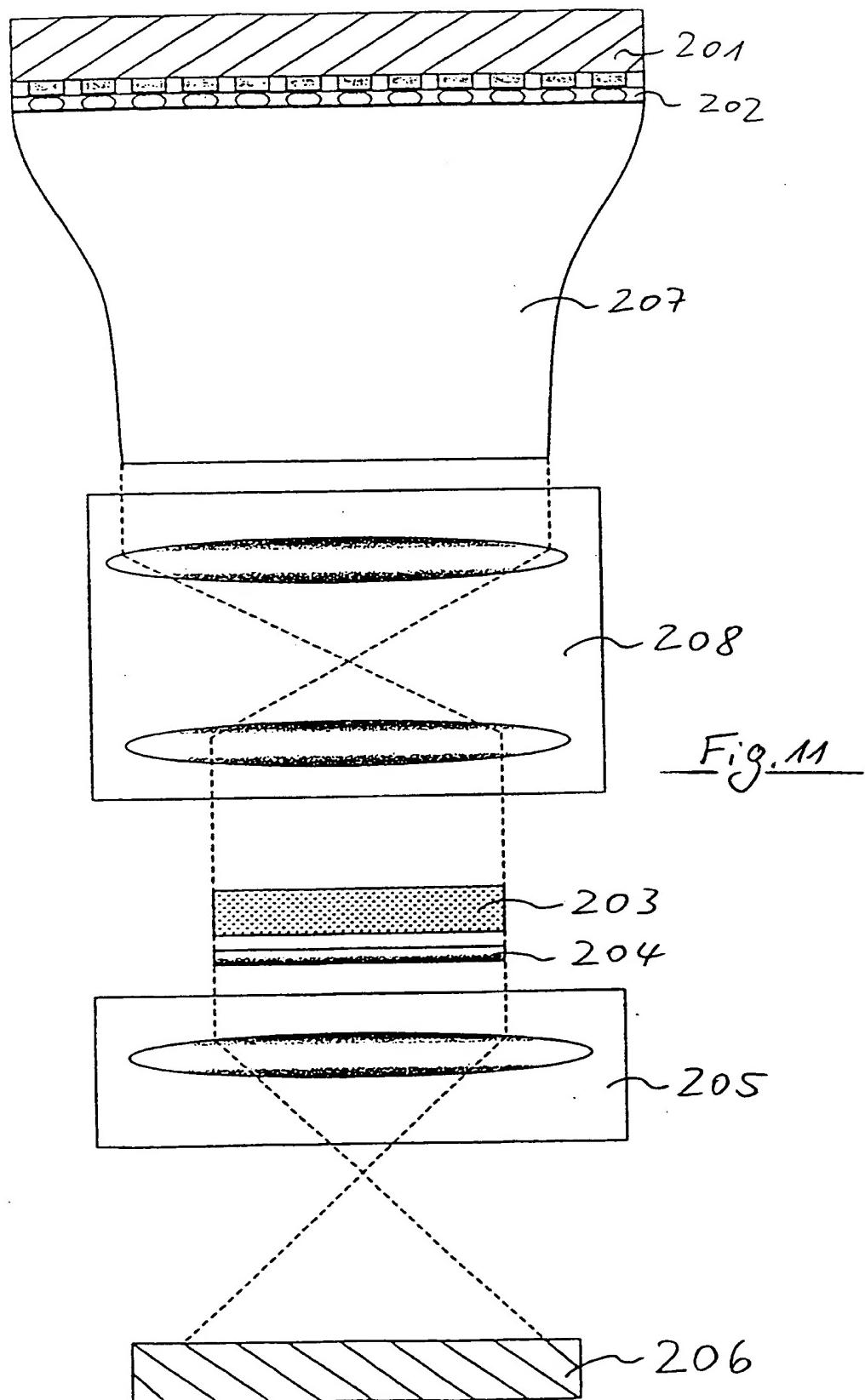


Fig. 9





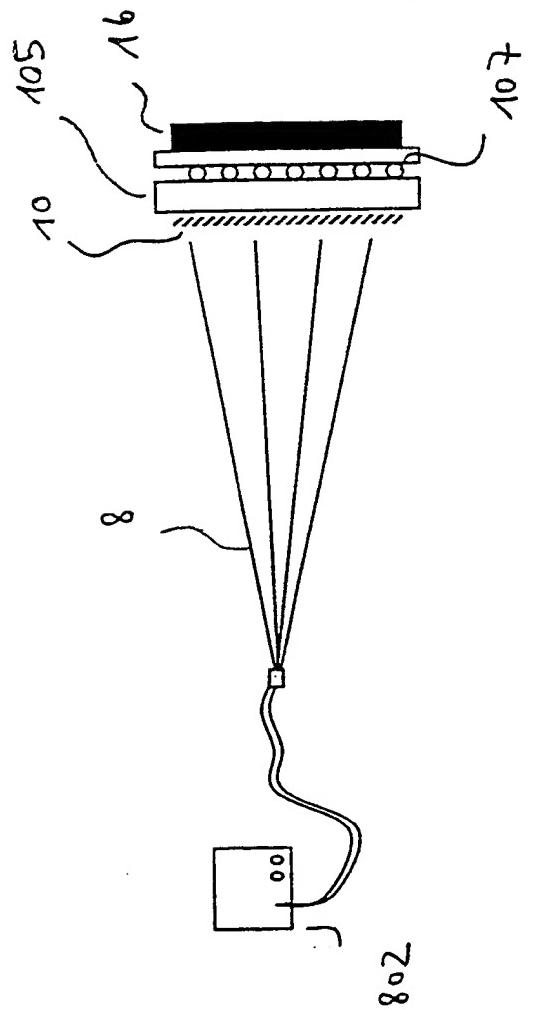


Fig.12

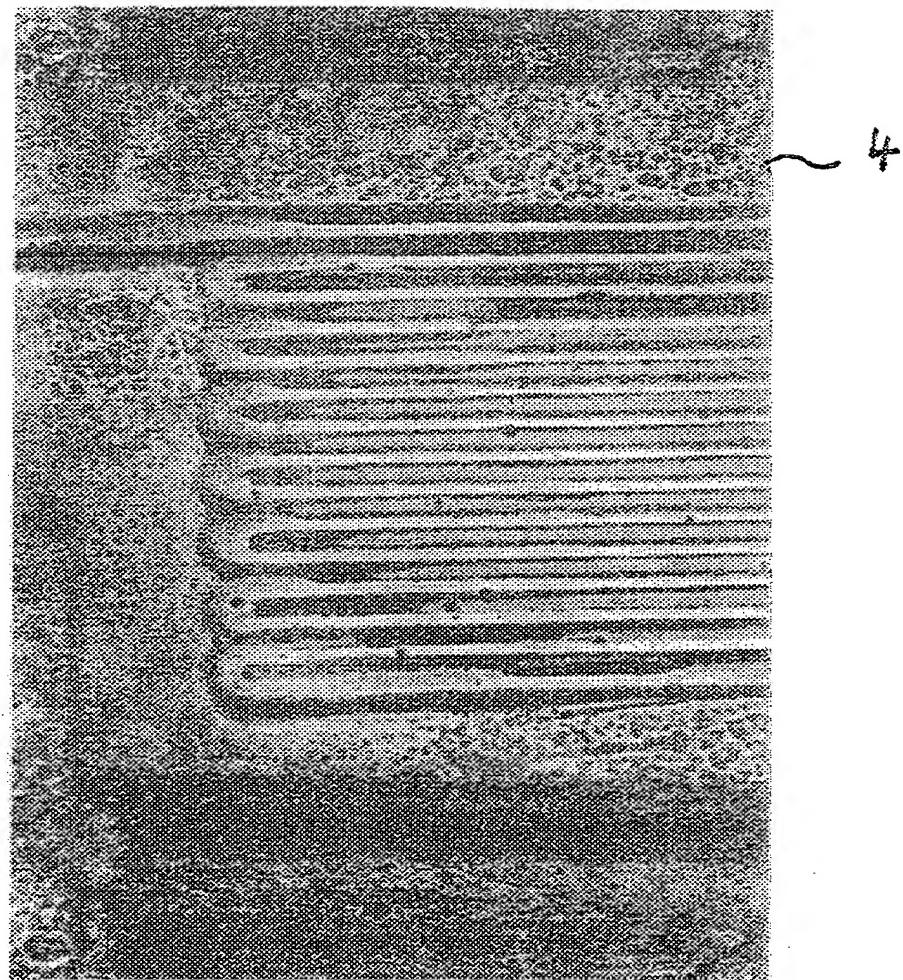
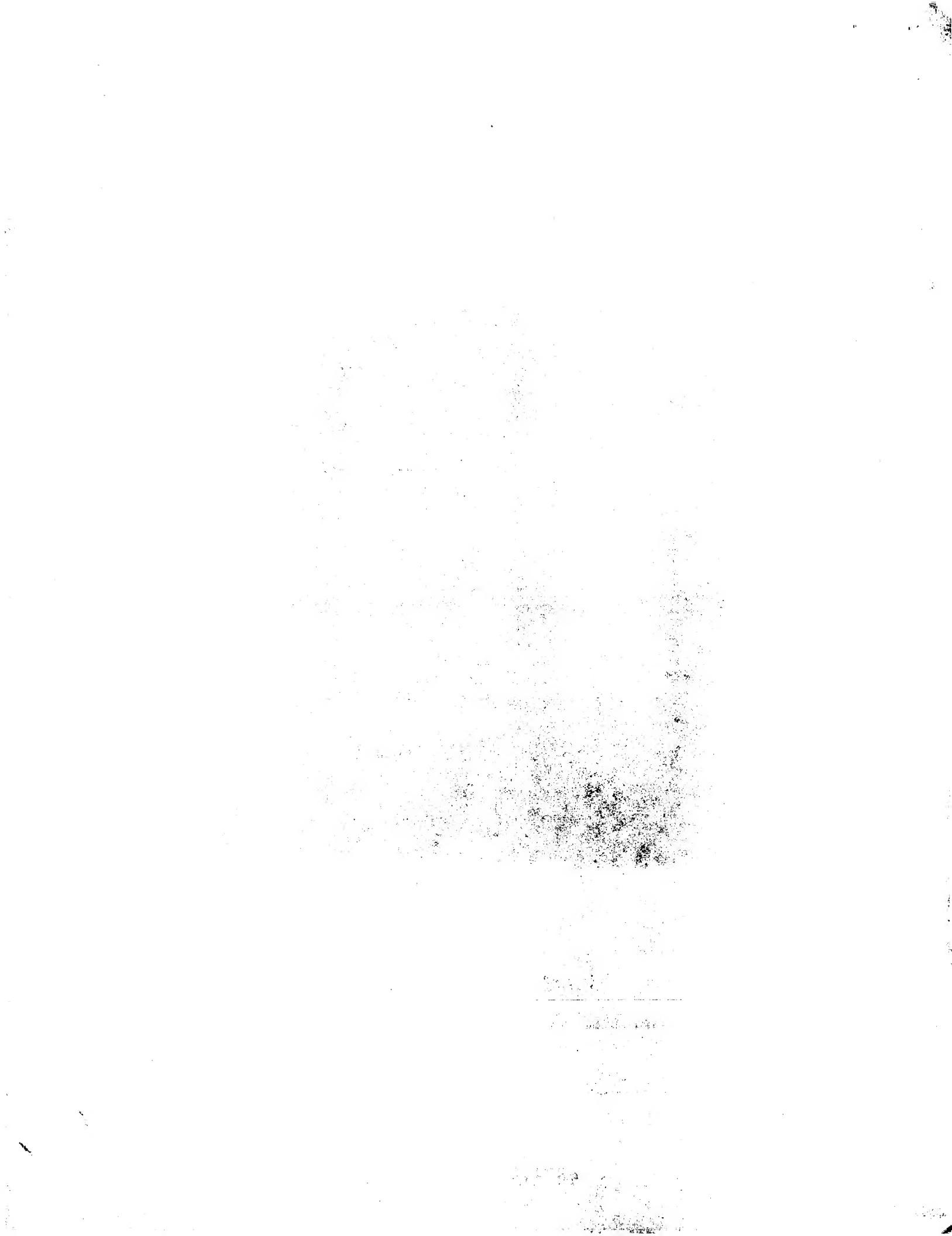


Fig. 13



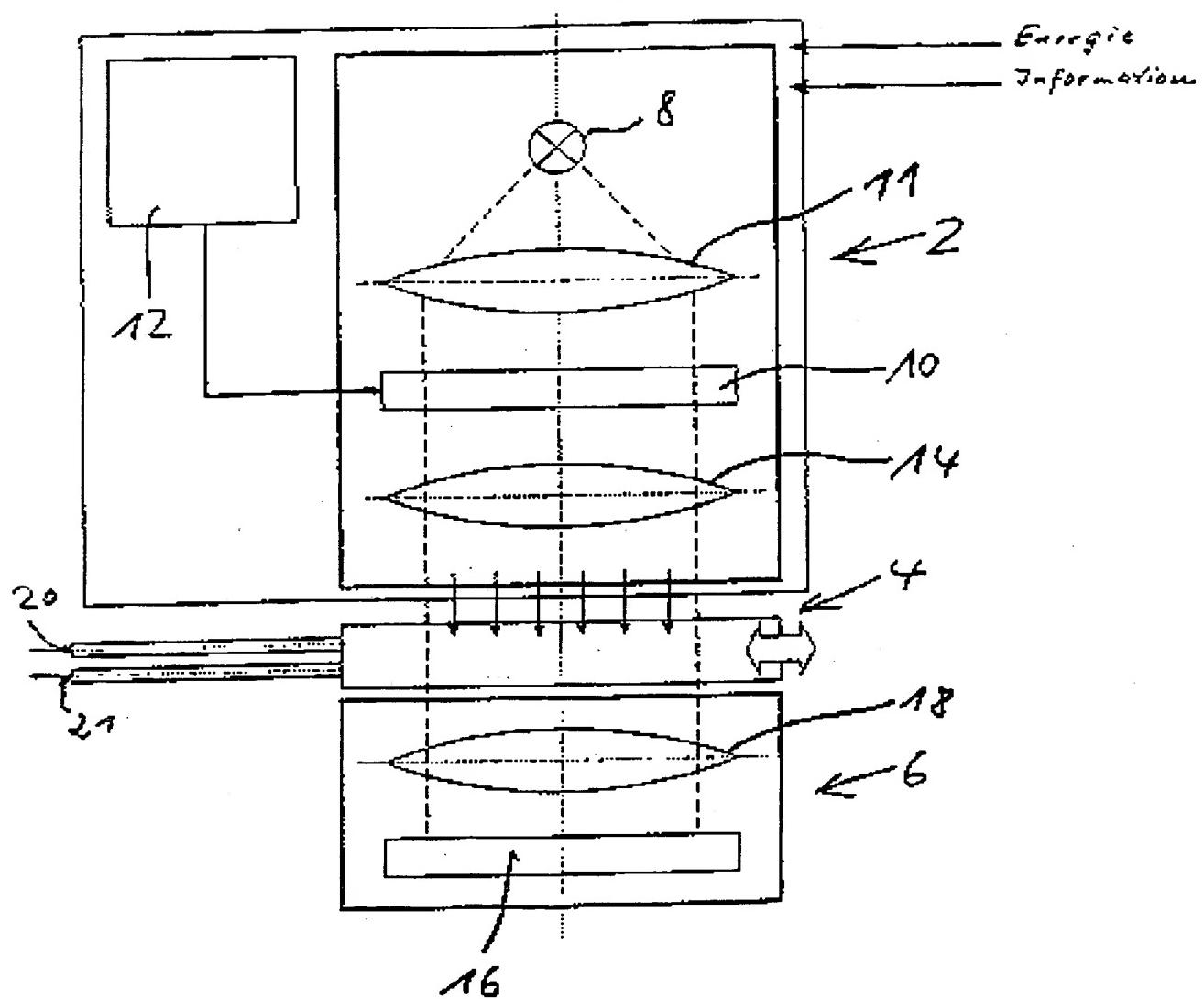


Fig. 1

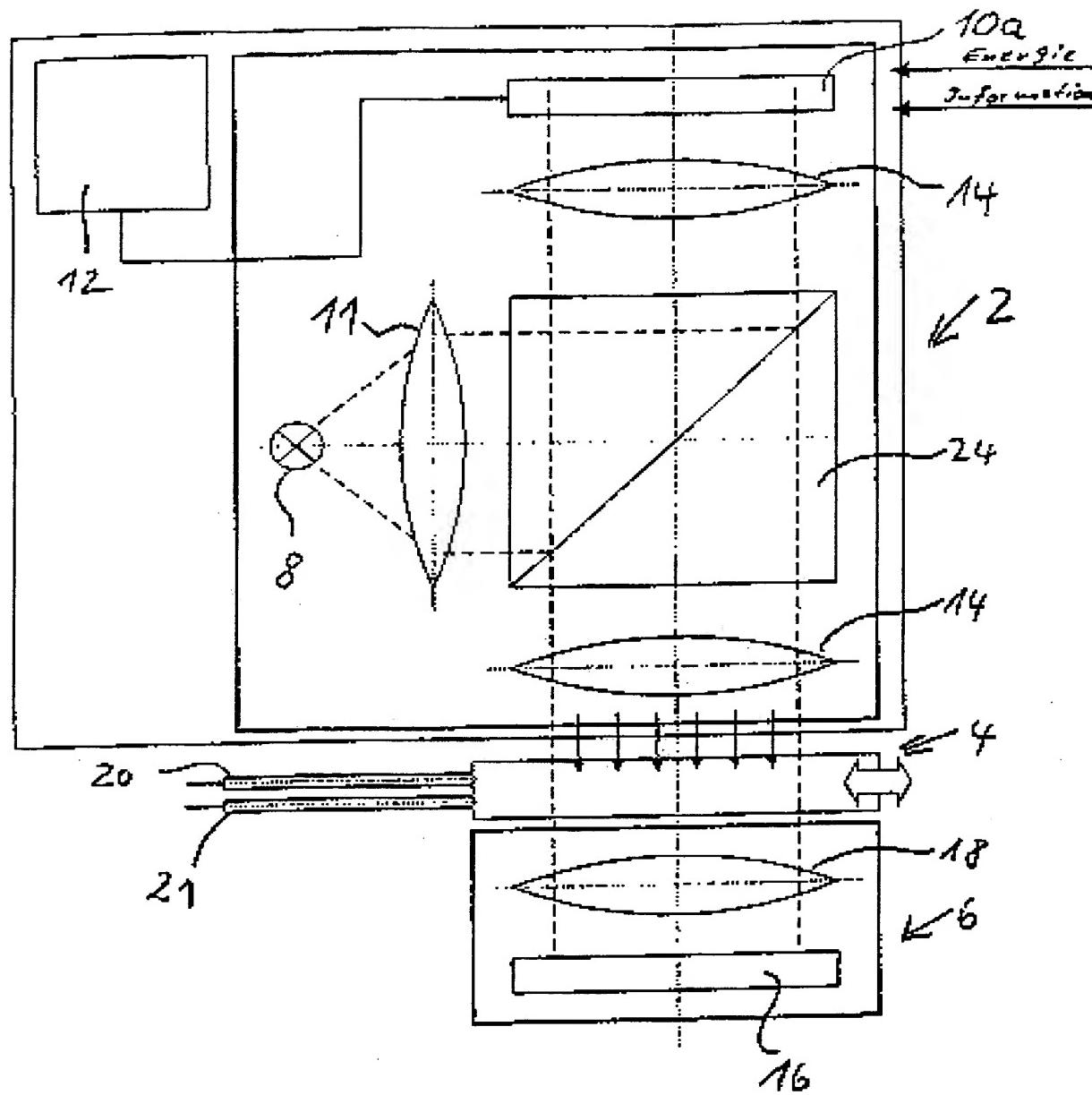


Fig. 2

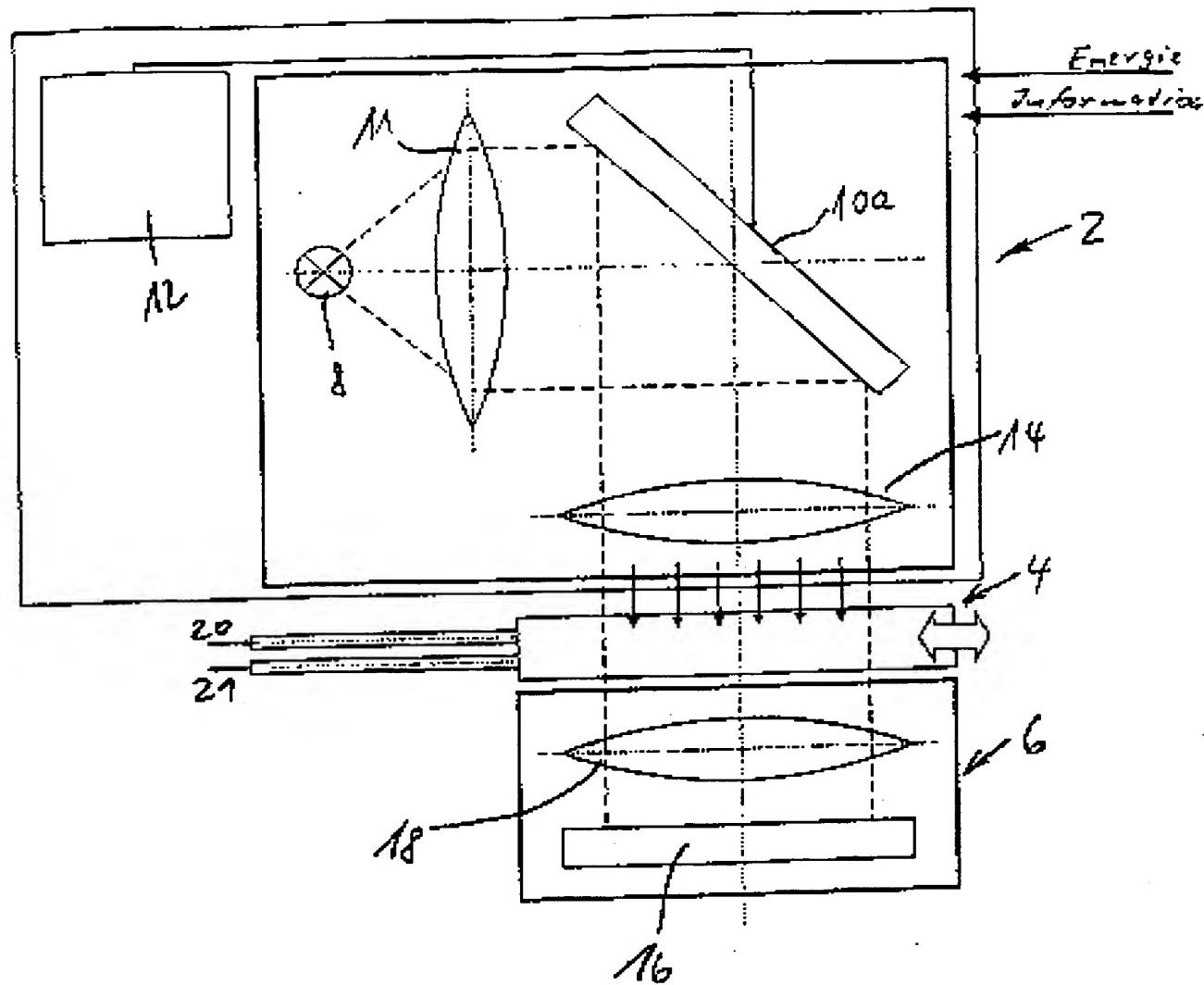


Fig. 3

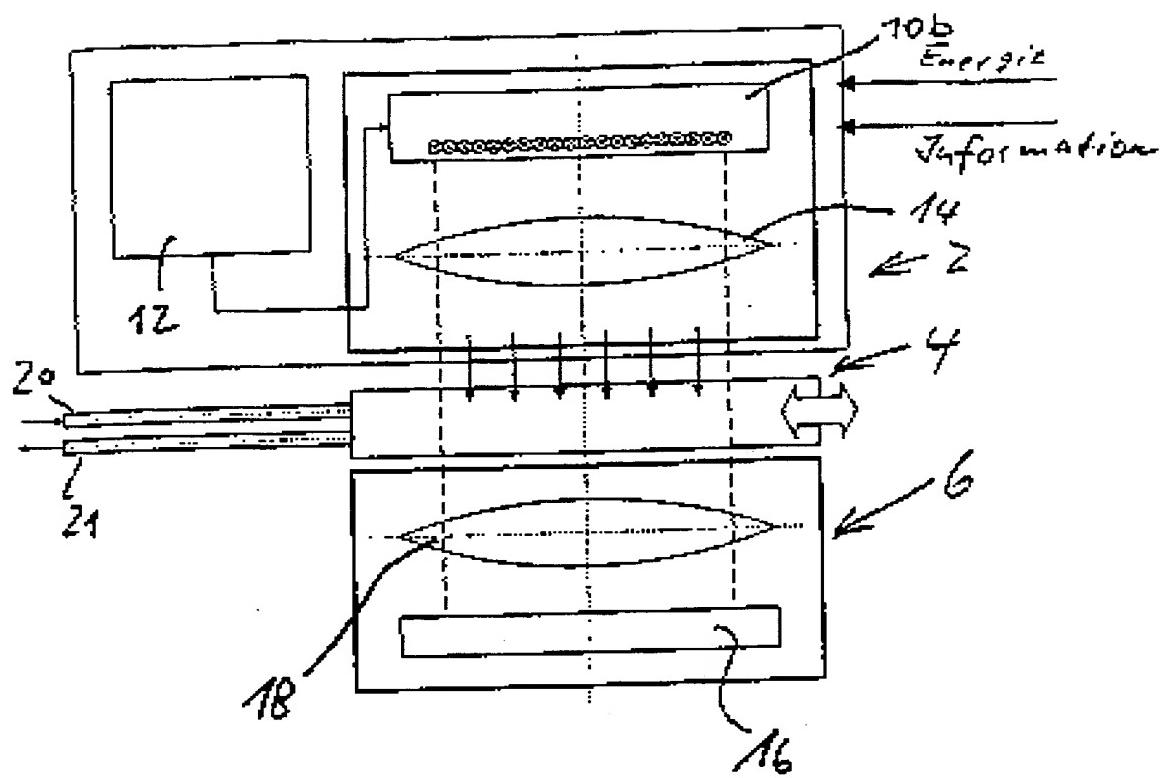


Fig. 4

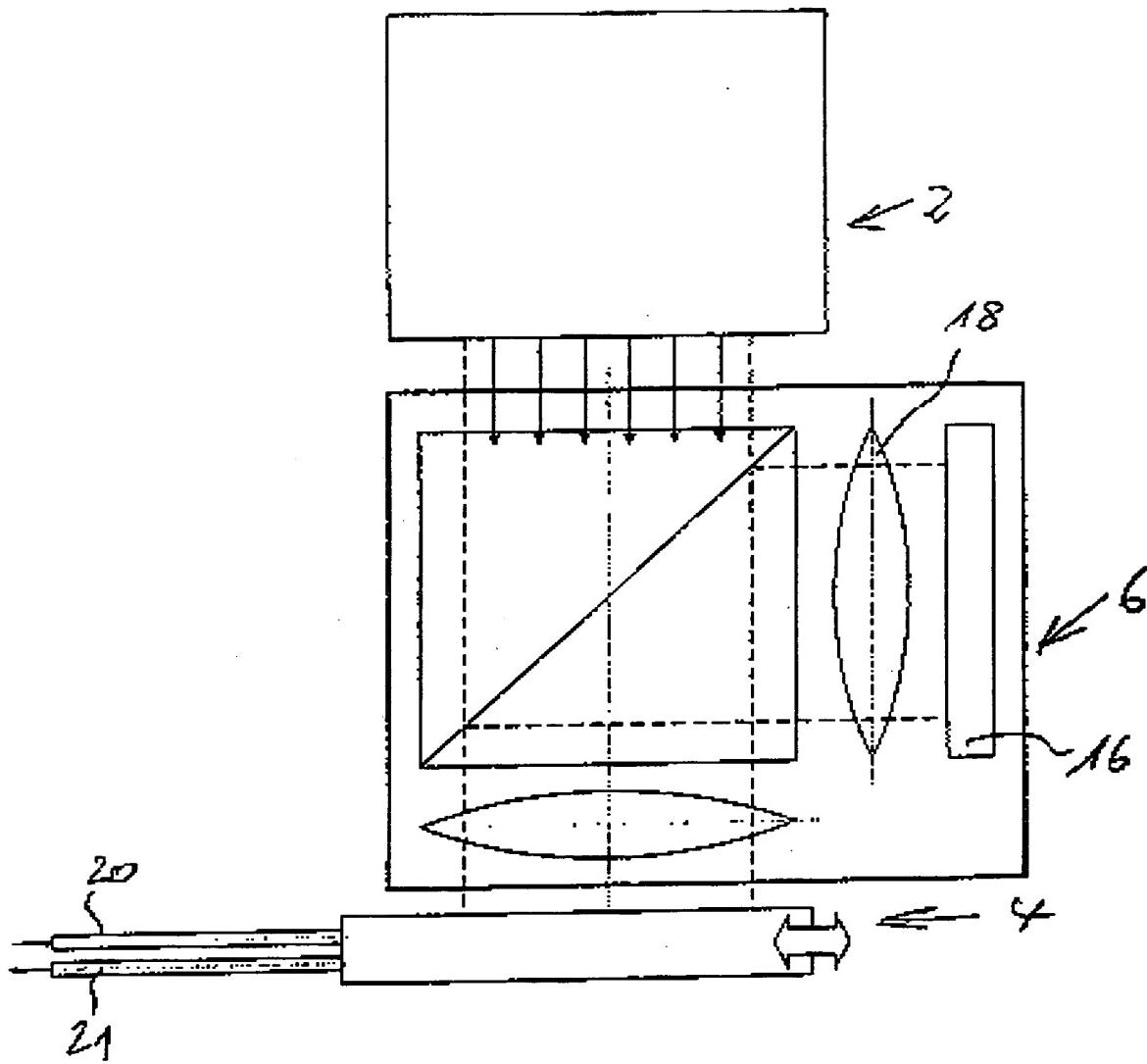


Fig.5

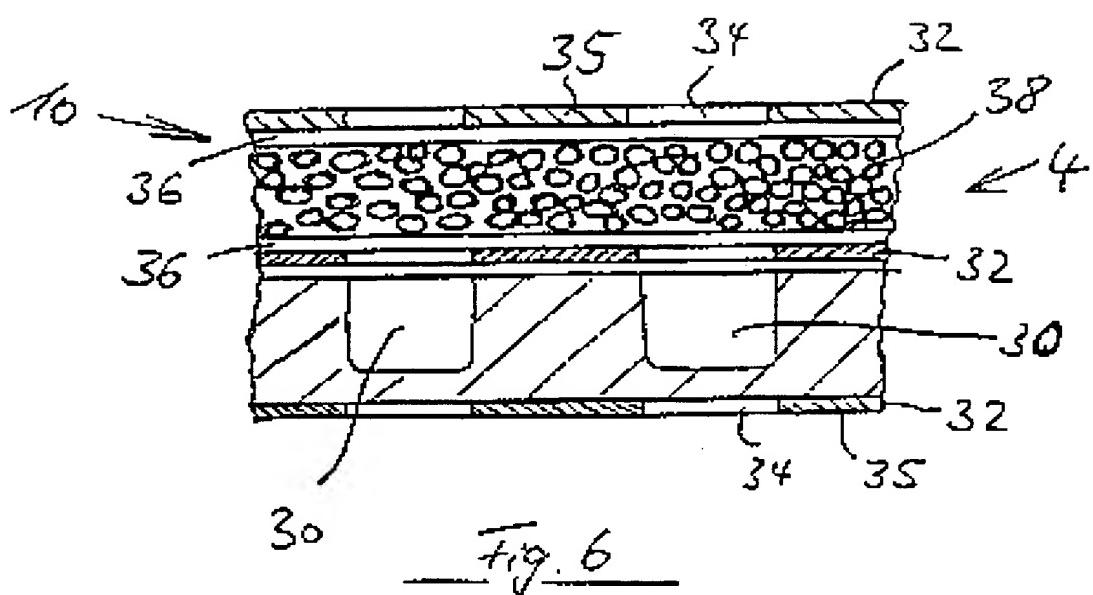
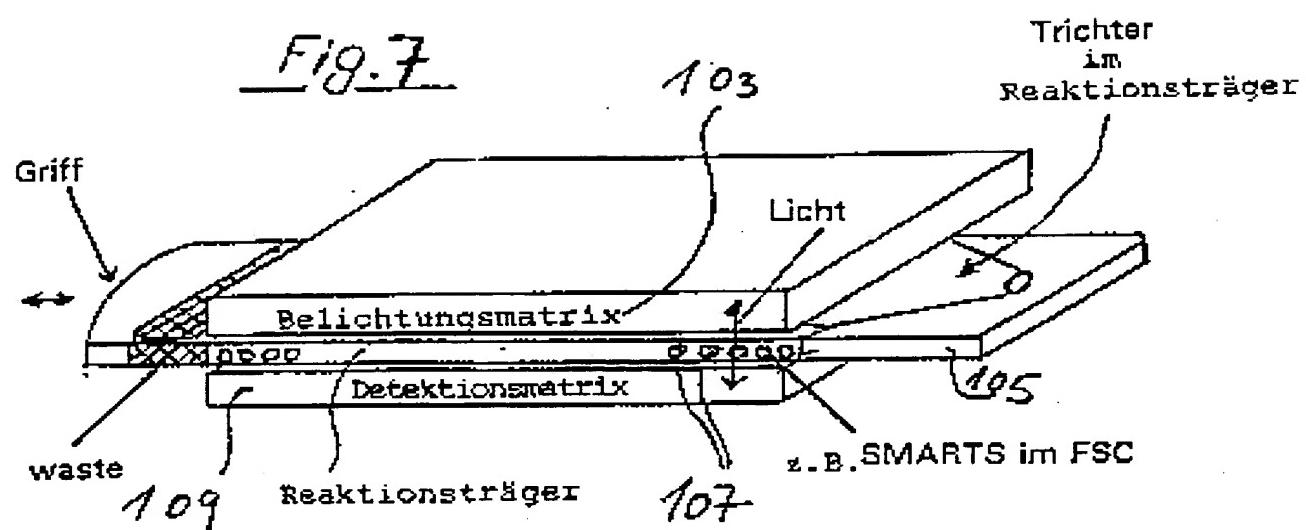
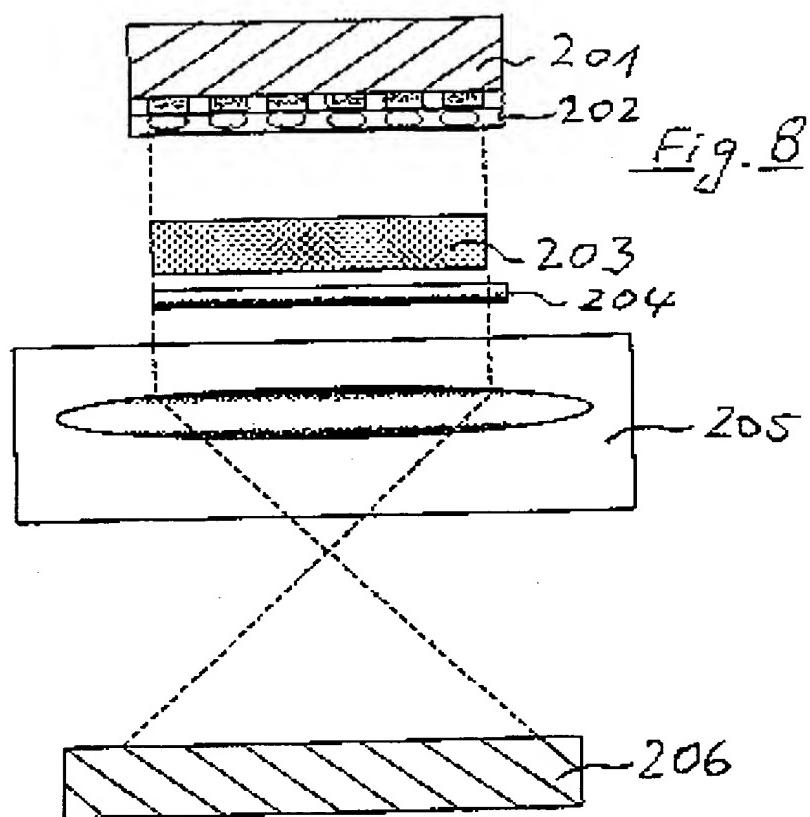
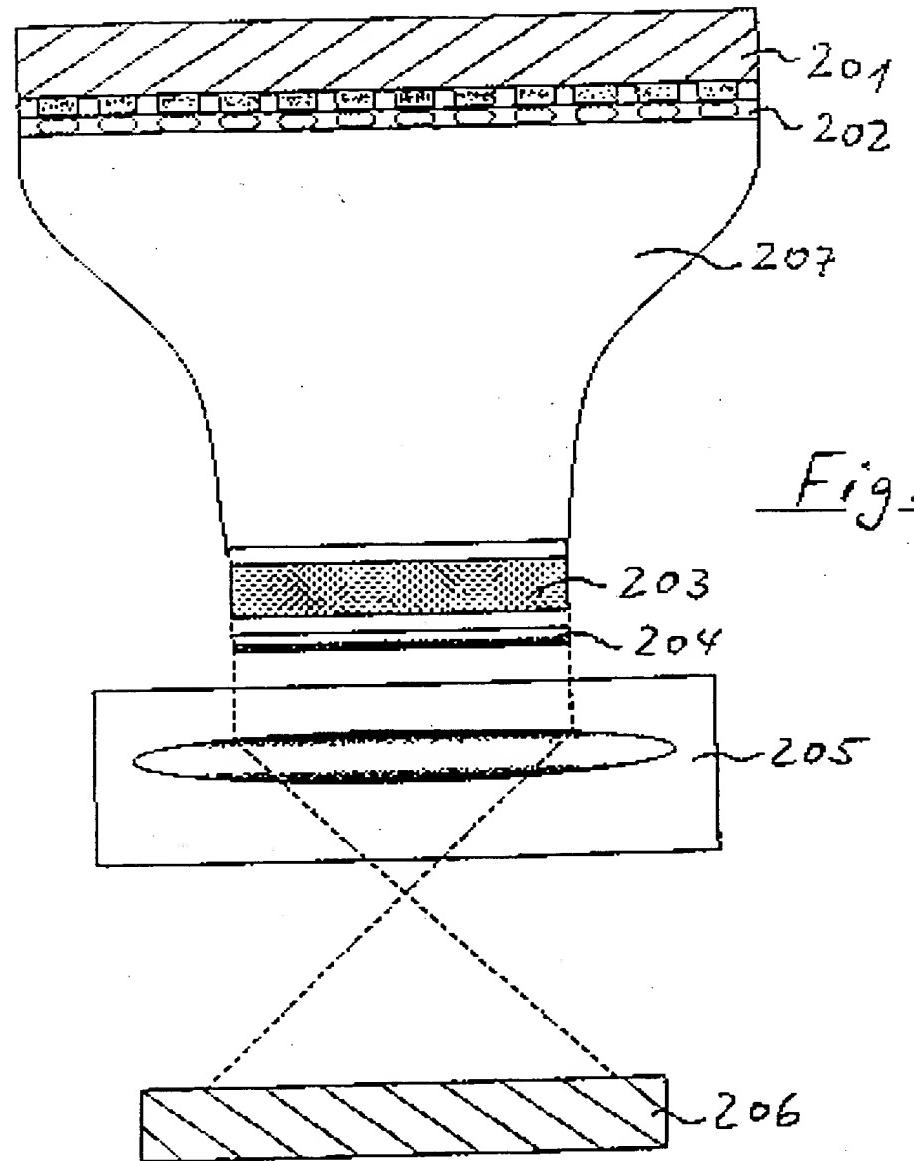


Fig. 7





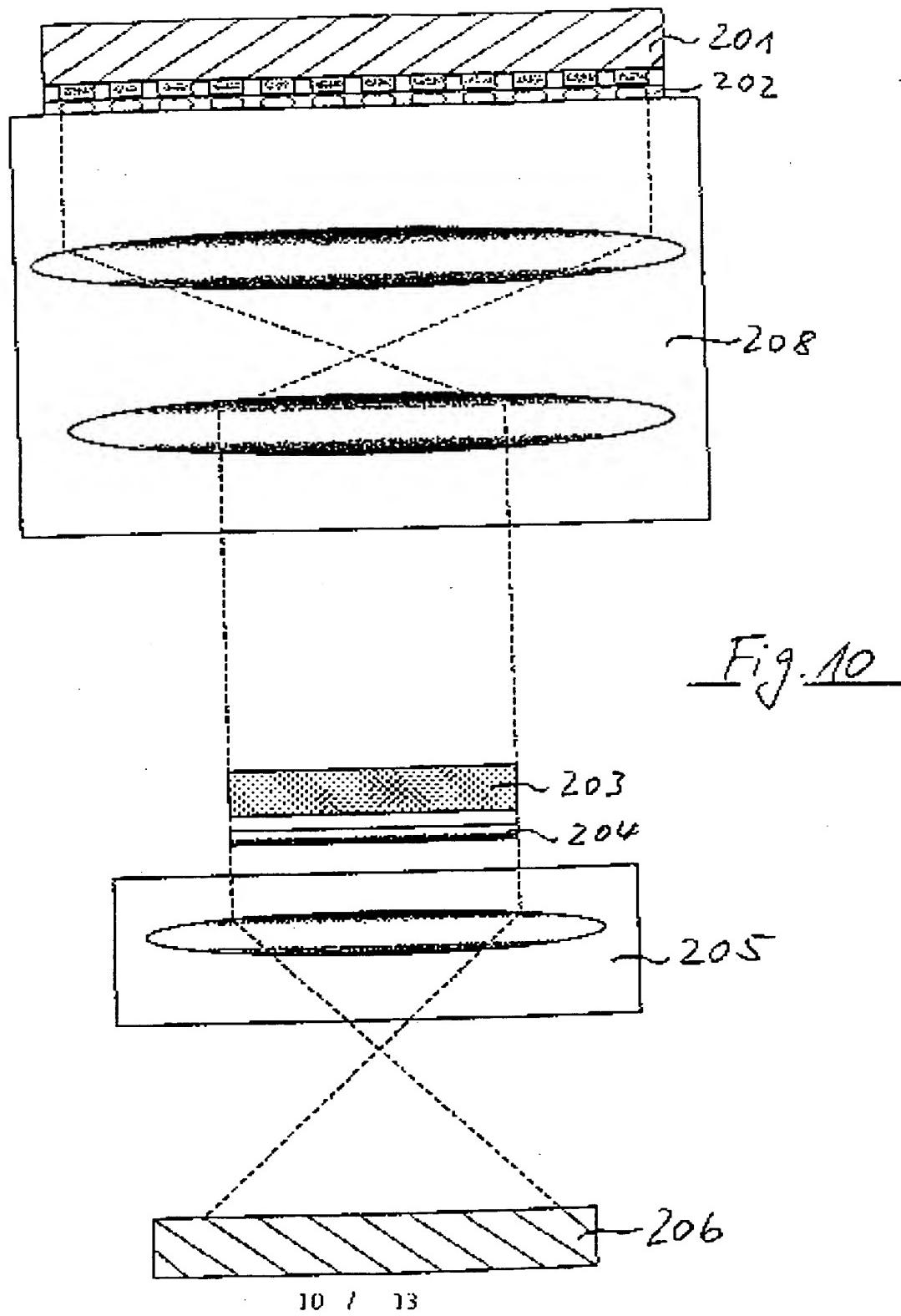
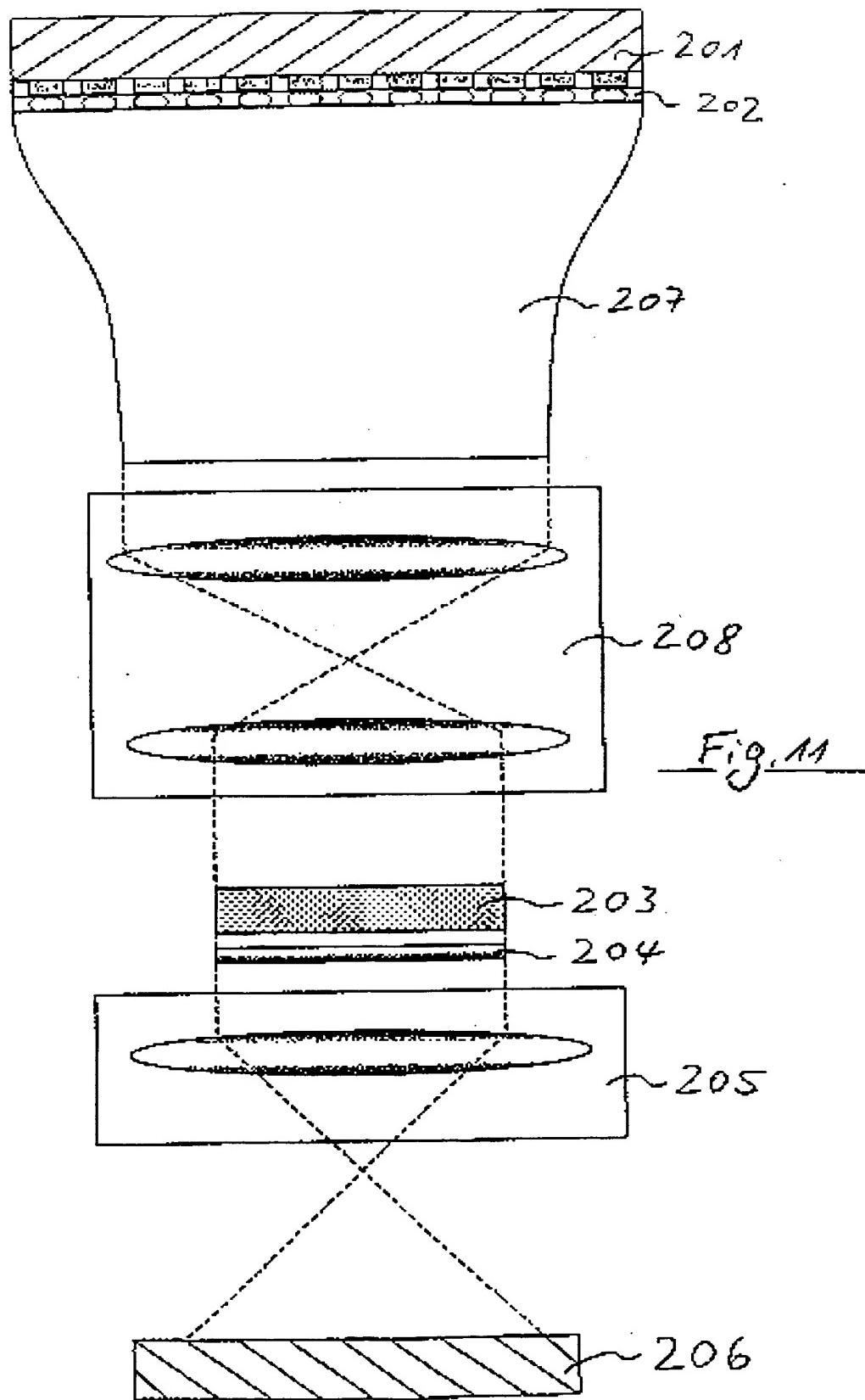


Fig. 10



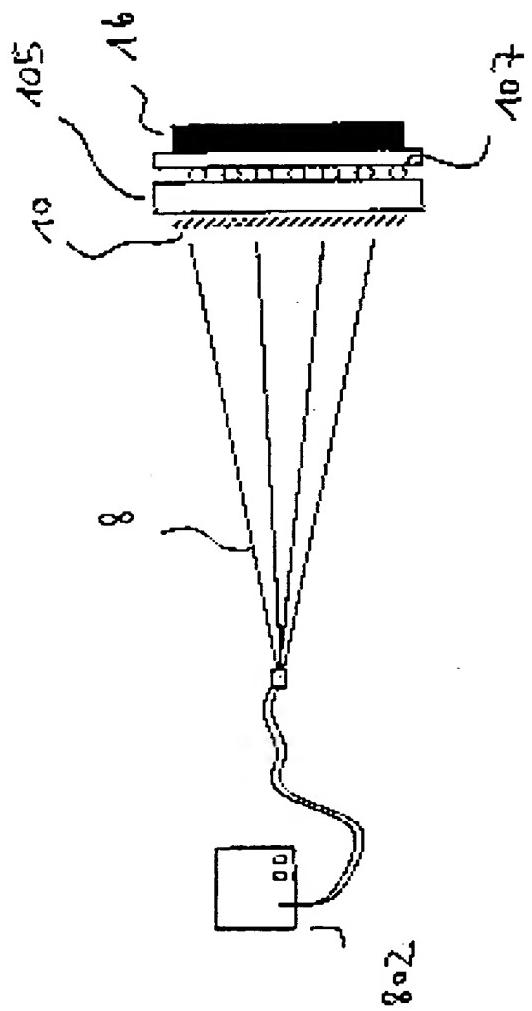


Fig.12

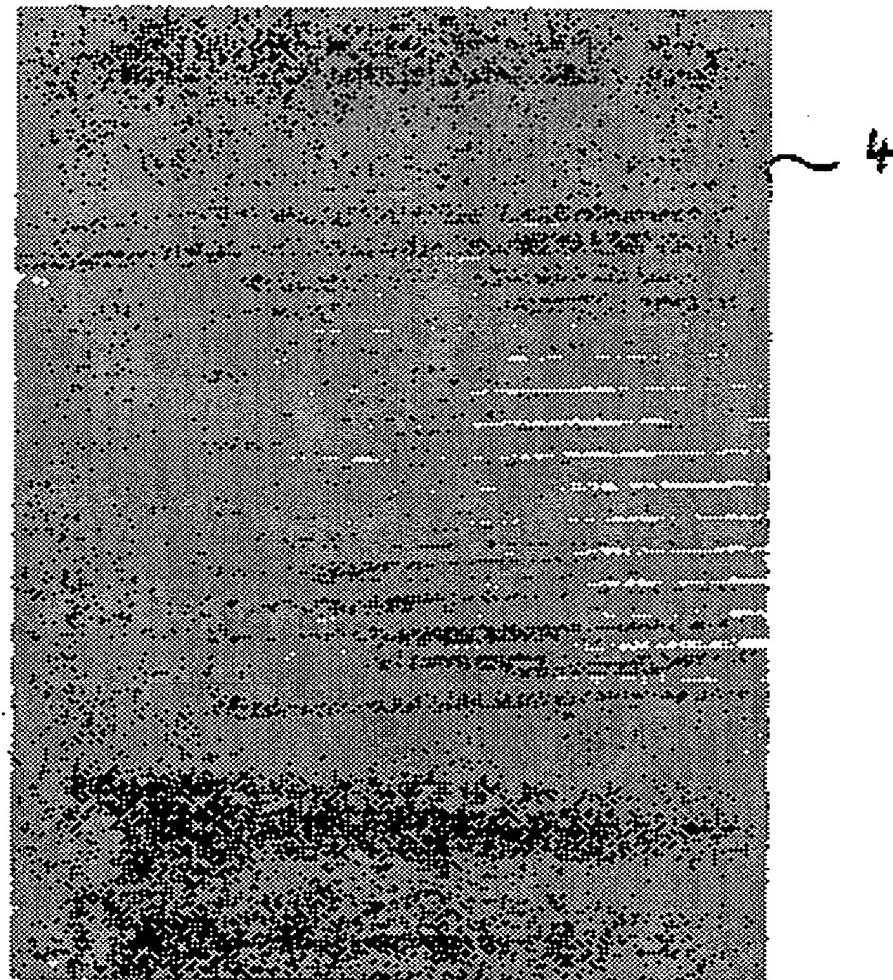
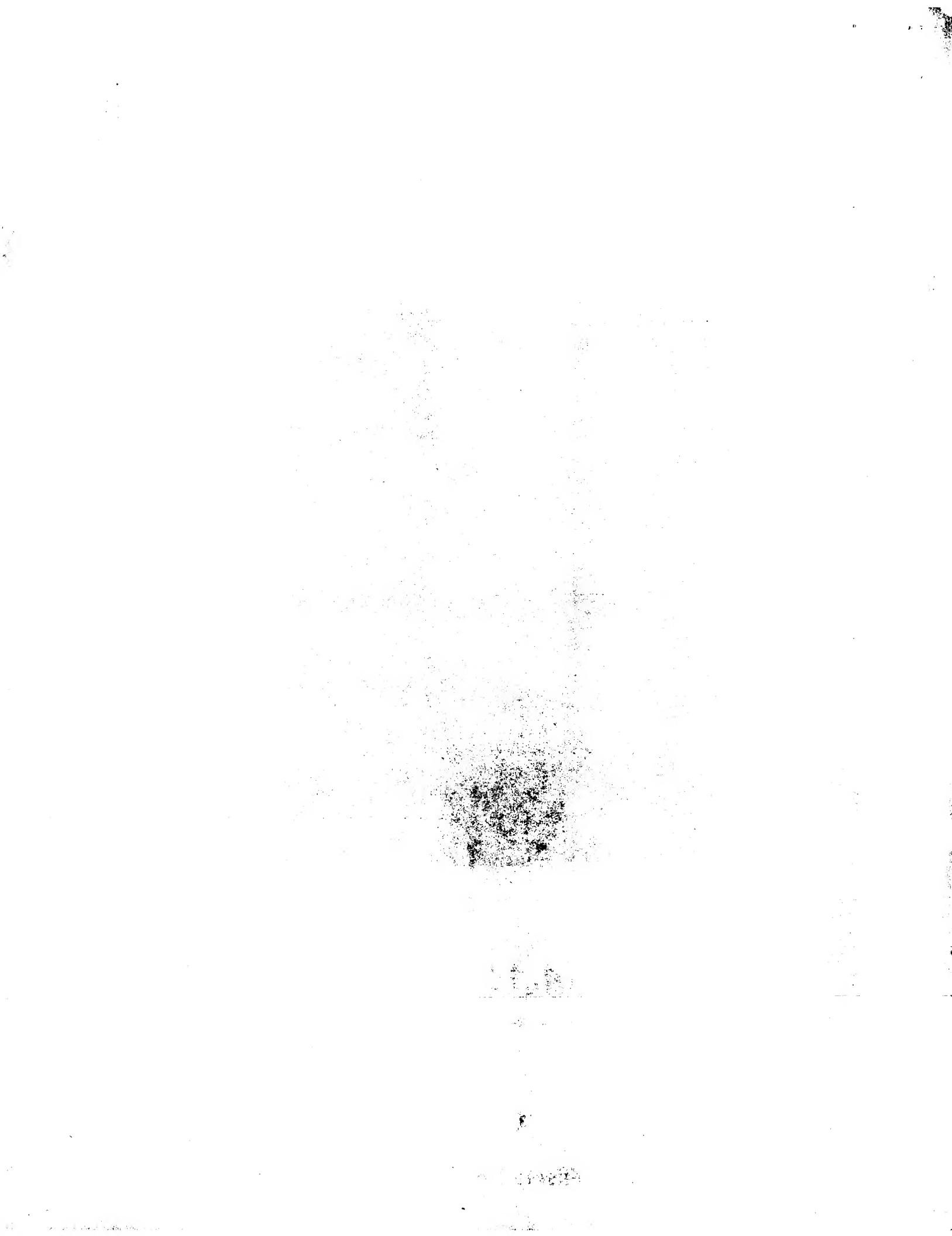


Fig. 13

13 / 13

ERSATZBLATT (REGEL 26)





(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B01J 19/00, G01N 21/00, G02B 5/08, 26/08, G01N 21/90		A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/13017
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06316		(74) Anwälte: WEICKMANN, H. usw.; Kopernikusstrasse 9, D-81679 München (DE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. August 1999 (27.08.99)		(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 198 39 254.0 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 255.9 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 256.7 28. August 1998 (28.08.98) DE 199 07 080.6 19. Februar 1999 (19.02.99) DE 199 24 327.1 27. Mai 1999 (27.05.99) DE		(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: Mit internationalem Recherchenbericht. 20. Juli 2000 (20.07.00)	
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FEBIT FERRARIUS BIOTECHNOLOGY GMBH [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): STÄHLER, Cord, F. [DE/DE]; Siegfriedstrasse 9, D-69469 Weinheim (DE). STÄHLER, Peer, F. [DE/DE]; Riedfeldstrasse 3, D-68169 Mannheim (DE). MÜLLER, Manfred [DE/DE]; Reuter- strasse 76/b, D-80689 München (DE). STÄHLER, Fritz [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE). LINDNER, Hans [DE/DE]; Vierreichweg 27, D-70569 Stuttgart (DE).			
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AND/OR ANALYZING BIOCHEMICAL REACTION SUPPORTING MATERIALS			
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG UND/ODER ANALYSE VON BIOCHEMISCHEN REAKTIONSTRÄGERN			
(57) Abstract			
<p>The invention relates to the use of a controllable illumination matrix (10, 10a, 10b) for producing an optionally adjustable illumination pattern in the field of biotechnology and especially for the production and manipulation of supporting materials coated with biologically or chemically functional materials, in particular, whereby such an illumination matrix (10, 10a, 10b) is used for producing illumination patterns on or in the supporting material. A reflection matrix (10a) having a mirror arrangement which can be deformed in a controlled manner is preferably used as an illumination matrix (10, 10a, 10b).</p>			
<p>The diagram illustrates a complex optical system. At the top, a source labeled '12' is connected to a lens labeled '11'. Light from this lens passes through a mirror labeled '2'. Below the mirror is a rectangular component labeled '10'. Light then passes through another lens labeled '14' and reflects off a second mirror labeled '4'. This light path continues through a series of lenses and mirrors, including '18' and '6', before reaching a final lens labeled '16'. A feedback loop is indicated by a double-headed arrow between the second mirror '4' and a component labeled '20'. A small circle labeled '8' is positioned above the first lens '11'. Labels 'Energie' and 'Information' are placed near the top right of the diagram, with arrows pointing towards the light paths.</p>			

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung befaßt sich mit der Verwendung einer zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbaren Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b). Am Bereich der Biotechnologie und insbesondere für die Herstellung und Manipulation von mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägern im Speziellen, wobei zur Erzeugung von Belichtungsmustern auf oder in dem Träger eine solche Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b) herangezogen wird. Vorzugsweise wird als Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b) eine Reflexionsmatrix (10a) mit einer gesteuert deformierbaren Spiegelanordnung verwendet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No
PCT/EP 99/06316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER					
IPC 7	B01J19/00	G01N21/00	G02B5/08	G02B26/08	G01N21/90

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01J G01N G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 318 679 A (GARY M. NISHIOKA) 7 June 1994 (1994-06-07) the whole document	1-3, 8-17, 25, 26
A	---	4-7, 18-24
X	US 5 424 186 A (STEPHEN P.A. FODOR ET AL.) 13 June 1995 (1995-06-13) abstract column 18, line 25 - line 43 column 35, line 22 - line 59 figure 23	1-4, 8-17, 23-26
A	--- -/-	6, 18, 19

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

10 April 2000

17.04.00

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stevnsborg, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 99/06316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DATABASE INSPEC 'Online! INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB DAVIDSON M: "A microlens direct-write concept for lithography" Database accession no. 5762686 XP002126304 abstract & EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES, vol. 3048, pages 346-355, Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1997, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X ---	1-26
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13 October 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002126306 abstract & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOOL., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997, ---	1-26
A	WO 98 08085 A (THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM & SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL) 26 February 1998 (1998-02-26) abstract; figure 4 ---	19-22
P,X	WO 99 41007 A (UNIVERSITY OF HOUSTON & UNIVERSITY OF MICHIGAN) 19 August 1999 (1999-08-19) abstract page 29, line 18 -page 31, line 23 page 39, line 14 -page 41, line 9 figures 8A-8C,12 ---	1-18, 23-26
P,X	WO 99 42813 A (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 26 August 1999 (1999-08-26) abstract page 6, line 17 -page 13, line 22 figures 1-6 ---	1-18, 23-26
E	WO 99 60156 A (EPIGENOMICS GMBH) 25 November 1999 (1999-11-25) the whole document ---	1,25 -/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No
PCT/EP 99/06316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 99 63385 A (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 9 December 1999 (1999-12-09) the whole document ---	1-18, 23-26
T	SANGEET SINGH-GASSON ET AL.: "Maskless fabrication of light-directed oligonucleotide microarrays using a digital micromirror array" NATURE BIOTECHNOLOGY., vol. 17, October 1999 (1999-10), pages 974-978, XP002126301 NATURE PUBLISHING., US ISSN: 1087-0156 the whole document ---	1-26
T	Retrieved from the Internet: "Digital Optical Chemistry" <URL: http://pompous.swmed.edu/exptbio/doc/ > 'retrieved on 1999-12-20! (Last modified on 1999-06-14. First posted 06-1998). page 1-5 XP002126303 ---	1-26
T	R. COLIN JOHNSON: "Micromirror arrays perform photolithography step" EETTIMES.COM, 'Online! 20 December 1999 (1999-12-20), XP002126302 us Retrieved from the Internet: <URL: http://eet.com/story/technology/advanced/OEG19991012S0043 > 'retrieved on 1999-12-20! page 1-3 ---	1-26
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13 October 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002123247 abstract & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOOL., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997, ---	1-26
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 99/06316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 13683 A (SARNOFF CORPORATION) 2 April 1998 (1998-04-02) figures 1A,3A-7 page 11, line 28 - line 38 page 8, line 18 -page 10, line 36 page 7, line 20 - line 34 page 3, line 17 - line 26 page 2, line 24 - line 36 page 1, line 31 -page 2, line 8 abstract -----	27,29, 30,41-43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 99/06316

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
1-30, 41-43
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 99/06316

The International Searching Authority has found that this international application contains multiple inventions, as follows:

1. Claims Nos. 1-26

Method for producing functional materials which are bound to a supporting material using a controllable illumination matrix, and the use of a controllable illumination matrix for producing functional materials which are bound to a supporting material.

2. Claims Nos. 27-30, 41-43

Utilization of a controllable illumination matrix in a light emission detection device for detecting the optical behavior of a test region provided with functional materials, and a light emission detection device with an illumination matrix which can be controlled for generating an optionally adjustable illumination pattern, and with a light sensor matrix which is situated opposite the illumination matrix such that it is facing the same, and of a supporting material with at least one substance that is positioned between the illumination matrix and the light sensor matrix.

3. Claims Nos. 31-40

Synthesis of polymers, whereby a multitude of oligomer structures are constructed on a supporting material using parallel synthesis steps, are detached from the supporting material, and are brought into contact with one another in order to construct the polymer.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte. onal Application No

PCT/EP 99/06316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5318679	A 07-06-1994	US 5449754 A		12-09-1995
		AU 2422492 A		02-03-1993
		WO 9302992 A		18-02-1993
US 5424186	A 13-06-1995	US 5143854 A		01-09-1992
		US 5770456 A		23-06-1998
		US 5527681 A		18-06-1996
		AT 110738 T		15-09-1994
		AT 175421 T		15-01-1999
		AU 651795 B		04-08-1994
		AU 5837190 A		07-01-1991
		AU 672723 B		10-10-1996
		AU 7765594 A		04-05-1995
		CA 2054706 A		08-12-1990
		DE 69012119 D		06-10-1994
		DE 69012119 T		22-12-1994
		DE 69032888 D		18-02-1999
		DE 69032888 T		29-07-1999
		DK 476014 T		14-11-1994
		EP 0476014 A		25-03-1992
		EP 0619321 A		12-10-1994
		EP 0902034 A		17-03-1999
		EP 0953835 A		03-11-1999
		ES 2058921 T		01-11-1994
		ES 2129101 T		01-06-1999
		GB 2248840 A, B		22-04-1992
		HK 61395 A		05-05-1995
		HK 64195 A		05-05-1995
		HU 59938 A		28-07-1992
		IL 94551 A		30-03-1995
		JP 11315095 A		16-11-1999
		JP 11021293 A		26-01-1999
		JP 4505763 T		08-10-1992
		KR 9701577 B		11-02-1997
		KR 9701578 B		11-02-1997
		WO 9015070 A		13-12-1990
		NL 191992 B		01-08-1996
		NL 9022056 T		02-03-1992
		NO 301233 B		29-09-1997
		NZ 233886 A		25-02-1993
		SG 13595 G		16-06-1995
		US 5744101 A		28-04-1998
		US 5489678 A		06-02-1996
		US 5889165 A		30-03-1999
		US 5753788 A		19-05-1998
		US 5744305 A		28-04-1998
		US 5547839 A		20-08-1996
		US 5800992 A		01-09-1998
		US 5902723 A		11-05-1999
		US 5405783 A		11-04-1995
		US 5871928 A		16-02-1999
		US 5510270 A		23-04-1996
		US 5445934 A		29-08-1995
WO 9808085	A 26-02-1998	US 5871628 A		16-02-1999
		AU 3986597 A		06-03-1998
WO 9941007	A 19-08-1999	AU 2671499 A		30-08-1999

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/06316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9942813	A 26-08-1999	AU 2780499	A	06-09-1999
WO 9960156	A 25-11-1999	DE 19823454	A	25-11-1999
		AU 4896899	A	06-12-1999
WO 9963385	A 09-12-1999	AU 4333799	A	20-12-1999
WO 9813683	A 02-04-1998	US 5854684	A	29-12-1998
		US 5872623	A	16-02-1999
		AU 4607197	A	17-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES				
IPK 7 B01J19/00 G01N21/00 G02B5/08 G02B26/08 G01N21/90				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B01J G01N G02B				
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X	US 5 318 679 A (GARY M. NISHIOKA) 7. Juni 1994 (1994-06-07) das ganze Dokument	1-3, 8-17, 25, 26		
A	---	4-7, 18-24		
X	US 5 424 186 A (STEPHEN P.A. FODOR ET AL.) 13. Juni 1995 (1995-06-13) Zusammenfassung Spalte 18, Zeile 25 – Zeile 43 Spalte 35, Zeile 22 – Zeile 59 Abbildung 23	1-4, 8-17, 23-26		
A	---	6, 18, 19		
	-/--			
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Anhang Patentfamilie	
<ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist 		<ul style="list-style-type: none"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist 		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Rechercheberichts		
10. April 2000		17.04.00		
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Stevnsborg, N		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DATABASE INSPEC 'Online! INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB DAVIDSON M: "A microlens direct-write concept for lithography" Database accession no. 5762686 XP002126304 Zusammenfassung & EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES, Bd. 3048, Seiten 346-355, Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1997, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X</p> <p>---</p>	1-26
A	<p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13. Oktober 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002126306 Zusammenfassung & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOLOG., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997,</p> <p>---</p>	1-26
A	<p>WO 98 08085 A (THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM & SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL) 26. Februar 1998 (1998-02-26) Zusammenfassung; Abbildung 4</p> <p>---</p>	19-22
P, X	<p>WO 99 41007 A (UNIVERSITY OF HOUSTON & UNIVERSITY OF MICHIGAN) 19. August 1999 (1999-08-19) Zusammenfassung Seite 29, Zeile 18 -Seite 31, Zeile 23 Seite 39, Zeile 14 -Seite 41, Zeile 9 Abbildungen 8A-8C,12</p> <p>---</p>	1-18, 23-26
P, X	<p>WO 99 42813 A (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 26. August 1999 (1999-08-26) Zusammenfassung Seite 6, Zeile 17 -Seite 13, Zeile 22 Abbildungen 1-6</p> <p>---</p>	1-18, 23-26
E	<p>WO 99 60156 A (EPIGENOMICS GMBH) 25. November 1999 (1999-11-25) das ganze Dokument</p> <p>---</p> <p>-/-</p>	1,25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 99 63385 A (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) das ganze Dokument ----	1-18, 23-26
T	SANGEET SINGH-GASSON ET AL.: "Maskless fabrication of light-directed oligonucleotide microarrays using a digital micromirror array" NATURE BIOTECHNOLOGY., Bd. 17, Oktober 1999 (1999-10), Seiten 974-978, XP002126301 NATURE PUBLISHING., US ISSN: 1087-0156 das ganze Dokument ----	1-26
T	Retrieved from the Internet: "Digital Optical Chemistry" <URL: http://pompous.swmed.edu/exptbio/doc/ > > 'retrieved on 1999-12-20! (Last modified on 1999-06-14. First posted 06-1998). Seite 1-5 XP002126303 ----	1-26
T	R. COLIN JOHNSON: "Micromirror arrays perform photolithography step" EETTIMES.COM, 'Online! 20. Dezember 1999 (1999-12-20), XP002126302 us Retrieved from the Internet: <URL: http://eet.com/story/technology/advanced/OEG19991012S0043 > 'retrieved on 1999-12-20! Seite 1-3 ----	1-26
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13. Oktober 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002123247 Zusammenfassung & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOOL., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997, ----	1-26
	-/--	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 13683 A (SARNOFF CORPORATION) 2. April 1998 (1998-04-02) Abbildungen 1A,3A-7 Seite 11, Zeile 28 – Zeile 38 Seite 8, Zeile 18 -Seite 10, Zeile 36 Seite 7, Zeile 20 – Zeile 34 Seite 3, Zeile 17 – Zeile 26 Seite 2, Zeile 24 – Zeile 36 Seite 1, Zeile 31 -Seite 2, Zeile 8 Zusammenfassung -----	27,29, 30,41-43

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHTInternationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316**Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
1-30, 41-43

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt. Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
<p>Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:</p>	
<p>1. Ansprüche: 1-26</p> <p>Verfahren zur Herstellung vonträgergebundenen funktionellen Materialien mittels einer steuerbaren Belichtungsmatrix sowie Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix zur Herstellung vonträgergebundenen funktionellen Materialien.</p>	
<p>2. Ansprüche: 27-30,41-43</p> <p>Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit funktionellen Materialien versehenen Testbereichs, sowie eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einer Lichtsensormatrix, die der Belichtungsmatrix zugewandt gegenüberliegend vorgesehen ist, und eines Träges mit wenigstens einer Substanz, der zwischen der Belichtungsmatrix und der Lichtsensormatrix positioniert ist.</p>	
<p>3. Ansprüche: 31-40</p> <p>Synthese von Polymeren, wobei eine Vielzahl von Oligomerbaublöcken auf einen Träger durch parallele Syntheseschritte aufgebaut werden, vom Träger abgelöst und untereinander zum Aufbau des Polymers in Kontakt gebracht werden.</p>	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5318679 A	07-06-1994	US 5449754 A AU 2422492 A WO 9302992 A	12-09-1995 02-03-1993 18-02-1993
US 5424186 A	13-06-1995	US 5143854 A US 5770456 A US 5527681 A AT 110738 T AT 175421 T AU 651795 B AU 5837190 A AU 672723 B AU 7765594 A CA 2054706 A DE 69012119 D DE 69012119 T DE 69032888 D DE 69032888 T DK 476014 T EP 0476014 A EP 0619321 A EP 0902034 A EP 0953835 A ES 2058921 T ES 2129101 T GB 2248840 A,B HK 61395 A HK 64195 A HU 59938 A IL 94551 A JP 11315095 A JP 11021293 A JP 4505763 T KR 9701577 B KR 9701578 B WO 9015070 A NL 191992 B NL 9022056 T NO 301233 B NZ 233886 A SG 13595 G US 5744101 A US 5489678 A US 5889165 A US 5753788 A US 5744305 A US 5547839 A US 5800992 A US 5902723 A US 5405783 A US 5871928 A US 5510270 A US 5445934 A	01-09-1992 23-06-1998 18-06-1996 15-09-1994 15-01-1999 04-08-1994 07-01-1991 10-10-1996 04-05-1995 08-12-1990 06-10-1994 22-12-1994 18-02-1999 29-07-1999 14-11-1994 25-03-1992 12-10-1994 17-03-1999 03-11-1999 01-11-1994 01-06-1999 22-04-1992 05-05-1995 05-05-1995 28-07-1992 30-03-1995 16-11-1999 26-01-1999 08-10-1992 11-02-1997 11-02-1997 13-12-1990 01-08-1996 02-03-1992 29-09-1997 25-02-1993 16-06-1995 28-04-1998 06-02-1996 30-03-1999 19-05-1998 28-04-1998 20-08-1996 01-09-1998 11-05-1999 11-04-1995 16-02-1999 23-04-1996 29-08-1995
WO 9808085 A	26-02-1998	US 5871628 A AU 3986597 A	16-02-1999 06-03-1998
WO 9941007 A	19-08-1999	AU 2671499 A	30-08-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9942813 A	26-08-1999	AU	2780499 A	06-09-1999
WO 9960156 A	25-11-1999	DE	19823454 A	25-11-1999
		AU	4896899 A	06-12-1999
WO 9963385 A	09-12-1999	AU	4333799 A	20-12-1999
WO 9813683 A	02-04-1998	US	5854684 A	29-12-1998
		US	5872623 A	16-02-1999
		AU	4607197 A	17-04-1998



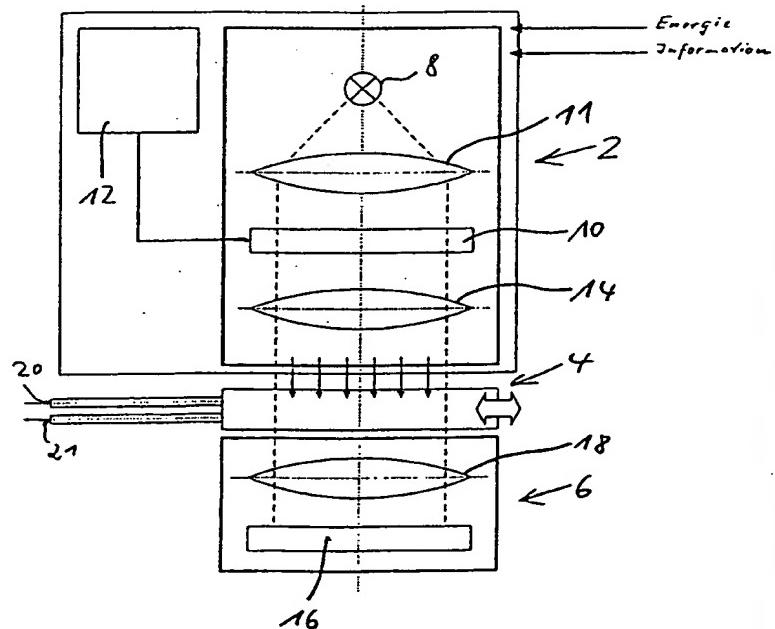
(51) Internationale Patentklassifikation 7 : B01J 19/00, G01N 21/00, G02B 5/08, 26/08, G01N 21/90	A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/13017 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. März 2000 (09.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06316		(74) Anwälte: WEICKMANN, H. usw.; Kopernikusstrasse 9, D-81679 München (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 27. August 1999 (27.08.99)		
(30) Prioritätsdaten: 198 39 254.0 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 255.9 28. August 1998 (28.08.98) DE 198 39 256.7 28. August 1998 (28.08.98) DE 199 07 080.6 19. Februar 1999 (19.02.99) DE 199 24 327.1 27. Mai 1999 (27.05.99) DE		(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FEBIT FERRARIUS BIOTECHNOLOGY GMBH [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE).		(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 20. Juli 2000 (20.07.00)
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): STÄHLER, Cord, F. [DE/DE]; Siegfriedstrasse 9, D-69469 Weinheim (DE). STÄHLER, Peer, F. [DE/DE]; Riedfeldstrasse 3, D-68169 Mannheim (DE). MÜLLER, Manfred [DE/DE]; Reuterstrasse 76/b, D-80689 München (DE). STÄHLER, Fritz [DE/DE]; Gässelweg 15, D-69469 Weinheim (DE). LINDNER, Hans [DE/DE]; Vierreichweg 27, D-70569 Stuttgart (DE).		

(54) Title: **METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING AND/OR ANALYZING BIOCHEMICAL REACTION SUPPORTING MATERIALS**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG UND/ODER ANALYSE VON BIOCHEMISCHEN REAKTIONSTRÄGERN**

(57) Abstract

The invention relates to the use of a controllable illumination matrix (10, 10a, 10b) for producing an optionally adjustable illumination pattern in the field of biotechnology and especially for the production and manipulation of supporting materials coated with biologically or chemically functional materials, in particular, whereby such an illumination matrix (10, 10a, 10b) is used for producing illumination patterns on or in the supporting material. A reflection matrix (10a) having a mirror arrangement which can be deformed in a controlled manner is preferably used as an illumination matrix (10, 10a, 10b).



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung befaßt sich mit der Verwendung einer zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbaren Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b). Am Bereich der Biotechnologie und insbesondere für die Herstellung und Manipulation von mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägern im Speziellen, wobei zur Erzeugung von Belichtungsmustern auf oder in dem Träger eine solche Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b) herangezogen wird. Vorzugsweise wird als Belichtungsmatrix (10, 10a, 10b) eine Reflexionsmatrix (10a) mit einer gesteuert deformierbaren Spiegelanordnung verwendet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

"Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung und/oder Analyse von
biochemischen Reaktionsträgern

5

Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit der Verwendung einer zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbaren Belichtungsmatrix, insbesondere programmierbaren Lichtquellenmatrix, im Bereich der Biotechnologie im Allgemeinen und für die Herstellung, Manipulation und Analyse von opto-fluidischen Reaktionsträgern im Speziellen.

Durch eine Miniaturisierung bei gleichzeitiger Funktionsintegration von Bauteilen, Komponenten und ganzen Systemen werden in vielen Technologiefeldern neue Anwendungen erschlossen. Diese Anwendungen reichen von der Sensorik über Mikrosystemtechnik (z.B. komplexe BioChips unter Verwendung der Halbleitertechnik) bis zur Aktorik (z.B. in Form von Mikropumpen). Die Branchen reichen vom klassischen Maschinenbau über Automobil- und Luftfahrtindustrie bis zur Medizintechnik und der zukunftsweisenden Biotechnologie. In der Medizintechnik werden beispielsweise neue Implantate entwickelt und im Bereich der Pharmaindustrie werden neue Technologien für die effiziente Entwicklung neuer Medikamente und Diagnosesysteme mit enormen Aufwand vorangetrieben. Von dieser Entwicklung profitiert aufgrund des großen Potentials besonders die Biotechnologie.

Für eine wirtschaftliche Produktion im Mikrobereich werden neue Verfahren entwickelt, die den veränderten Randbedingungen gerecht werden. Das gleiche gilt für die benötigten Inspektionstechniken für die Überwachung der miniaturisierten Vorgänge.

Für die Grundlagenforschung in den Biowissenschaften und für die medizinische Diagnostik sowie einige andere Disziplinen ist die Erfassung biologisch relevanter Information (meist in Form genetischer Information) in definiertem Untersuchungsmaterial von herausragender Bedeutung. Dabei

5 liegt die genetische Information in Form einer enormen Vielfalt von unterschiedlichen Nukleinsäuresequenzen vor, der DNA (desoxyribonucleic acid). Die Realisation dieser Information führt über die Herstellung von Abschriften der DNA in RNA (ribonucleic acid) meist zur Synthese von Proteinen, die ihrerseits häufig an biochemischen Reaktionen beteiligt sind.

10

Ein leistungsfähiges System-Format für die Erfassung dieser Fülle an Informationen ist der sog. BioChip. Unter BioChips werden in diesem Zusammenhang stark miniaturisierte, hoch parallele Assays verstanden. Die Detektion von bestimmten Nukleinsäuren und die Bestimmung der Abfolge

15 der vier Basen in der Kette der Nukleotide (Sequenzierung) liefert wertvolle Daten für Forschung und angewandte Medizin. In der Medizin konnte in stark zunehmendem Maße durch die in vitro-Diagnostik (IVD) ein Instrumentarium zur Bestimmung wichtiger Patientenparameter entwickelt und dem behandelnden Arzt zur Verfügung gestellt werden. Für viele

20 Erkrankungen wäre eine Diagnose zu einem ausreichend frühen Zeitpunkt ohne dieses Instrumentarium nicht möglich. Hier hat sich die genetische Analyse als wichtiges neues Verfahren etabliert (z.B. Falldiagnose von Infektionskrankheiten wie HIV oder HBV, genetische Prädisposition für bestimmte Krebsarten oder andere Erkrankungen, oder in der Forensik). In

25 enger Verzahnung von Grundlagenforschung und klinischer Forschung konnten die molekularen Ursachen und (pathologischen) Zusammenhänge einiger Krankheitsbilder bis auf die Ebene der genetischen Informationen aufgeklärt werden. Diese Entwicklung steht allerdings noch am Anfang, und gerade für die Umsetzung in Therapiestrategien bedarf es stark intensivierter

30 Anstrengungen. Insgesamt haben die Genomwissenschaften und die damit verbundene Nukleinsäureanalytik sowohl zum Verständnis der molekularen Grundlagen des Lebens als auch zur Aufklärung sehr komplexer

Krankheitsbilder und pathologischer Vorgänge wichtige Beiträge geleistet. Darüber hinaus liefert die genetische bzw. gentechnische Analyse bereits heute ein breites diagnostisches Methodenspektrum.

- 5 Die weitere Entwicklung in der medizinischen Versorgung wird durch die Explosion der Kosten belastet, die mit entsprechend aufwendigen Verfahren verbunden sind. So kostet die Bestimmung von genetischen Risikofaktoren durch Sequenzierung derzeit noch mehrere hundert bis mehrere tausend US-Dollar. Hier muß nicht nur auf die Realisation der Möglichkeiten an 10 diagnostischem und therapeutischem Nutzen gedrängt, sondern auch eine Integration in ein tragfähiges, finanzierbares Gesundheitssystem vorangetrieben werden.

15 Eine Anwendung entsprechender Technologien in der Forschung kann ebenfalls nur dann in breitem Umfang und auch im akademischen Bereich erfolgen, wenn die damit verbundenen Kosten reduziert werden. Hier zeichnet sich ein Paradigmenwechsel für die Forschung in den Biowissenschaften ab:

- 20 Das Nadelöhr der Entschlüsselung primärer genetischer Information (Basensequenz im Genom) und der Erfassung des genetischen Aktivitätszustandes (als Boten-RNA umgeschriebene Gene) von Zellen und Geweben fällt mit der Verfügbarkeit ausreichend billiger, leistungsfähiger und flexibler Systeme weg. Die Arbeit kann sich dann auf die (sehr komplexe) Aufgabe 25 der Auswertung und Kombination der betreffenden Daten konzentrieren. Daraus sollten sich neue Erkenntnishorizonte für die Biologie und in der Folge neue biomedizinische Therapien und Diagnosemöglichkeiten ergeben.

30 Bei den vorstehend bereits genannten BioChips handelt es sich um miniaturisierte hybride Funktionselemente mit biologischen und technischen Komponenten, z.B. auf der Oberfläche eines Trägers (Außenoberfläche oder/und Innenoberfläche) immobilisierte Biomoleküle, die als spezifische

Interaktionspartner dienen können, und eine Matrix, z.B. Silizium-Matrix. Häufig weist die Struktur dieser Funktionselemente Reihen und Spalten auf; man spricht dann von Chip- "Arrays". Da tausende von biologischen bzw. biochemischen Funktionselementen auf einem solchen Chip angeordnet sein
5 können, müssen diese in der Regel mit mikrotechnischen Methoden angefertigt werden.

Als Verfahren für die Herstellung dieser Arrays kommen im Wesentlichen zwei Prinzipien zur Anwendung. Das Aufbringen fertiger Sonden bzw.
10 Funktionselementen auf den Reaktionsträger, was derzeit überwiegend angewendet wird, oder das In-situ-Synthetisieren der Sonden auf dem Träger. Als Geräte werden sogenannte mikrofluidische Spotter für beide Prinzipien angewandt. Für die In-situ-Synthese kommen auch photolithographische Verfahren zur Anwendung.

15 Als biologische und biochemische Funktionselemente kommen insbesondere in Frage: DNA, RNA, PNA, (bei Nukleinsäuren und ihren chemischen Derivaten können z.B. Einzelstränge, Triplex-Strukturen oder Kombinationen hiervon vorliegen), Saccharide, Peptide, Proteine (z.B. Antikörper, Antigene,
20 Rezeptoren), Derivate der kombinatorischen Chemie (z.B. organische Moleküle), Zellbestandteile (z.B. Organellen), Zellen, Mehrzeller, Zellverbände.

25 Für die Anwendungen in der Halbleitertechnologie gibt es am Markt verfügbar eine Vielzahl von photolithographischen Systemen zur belichtungsabhängigen Erzeugung feiner und feinster Strukturen mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge (Energie) bis unter 200 nm. Je feiner die zu erzeugenden Strukturen sind, desto kürzer muß auch die verwendete Wellenlänge sein. So können Strukturen im sub- μ m-Bereich, welche an sich schon im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (400-800 nm) liegen, nur mit hochenergetischer Strahlung deutlich kürzerer Wellenlänge erzeugt werden.

Photolithographiesysteme bestehen prinzipiell aus einer Lampe als Energie- bzw. Lichtquelle und einer photolithographischen Maske, welche durchsichtige und undurchsichtige Bereiche aufweist und so im Durchlichtstrahlengang ein Belichtungsmuster erzeugt. Dieses Belichtungsmuster wird 5 durch optische Elemente auf dem zu belichtenden Gegenstand abgebildet (z.B. um den Faktor 100 verkleinert). Dadurch wird eine Linie auf der Maske von 0,1 mm Breite auf 10 µm reduziert. Üblicherweise werden für die Herstellung einer Mikrostruktur in bzw. auf einem Silicium-Wafer 10 bis 30 Belichtungsschritte benötigt. Auf diese Anzahl sind die Systeme ausgelegt 10 und ermöglichen mittels Magazinen und Handhabungsgeräten einen automatischen Maskenwechsel.

Aus einer quasi-makroskopischen Struktur der Maske wird damit eine mikrostrukturierte Abbildung auf dem zu belichtenden Körper, z.B. dem 15 Silicium-Wafer. Zur Erzeugung einer photolithographischen Maske werden ebenfalls wieder photolithographische Systeme eingesetzt, welche natürlich nur eine entsprechend geringere Auflösung und je nach Herstellverfahren auch nur einen entsprechend niedrigeren Energieeintrag benötigen. Es handelt sich dabei um einen zyklischen Vorgang, welcher durch das große 20 Marktvolumen der Halbleiterindustrie sehr weit vorangetrieben und perfektioniert wurde.

Für die Herstellung der Photolithographie-Masken kommen bei der Firma GeSim bereits LCD-Photoplotter der Firma Mivatec zum Einsatz. Dies ist 25 möglich, da die Masken-Strukturen von der Größe der Struktur her sowie der benötigten Wellenlänge her eine Belichtung im Bereich des sichtbaren Lichtes erlauben. Damit ist eine schnellere und flexiblere Herstellung von Masken möglich. Dies ist für die Halbleitertechnologie aufgrund der begrenzten Anzahl an benötigten Masken ausreichend, da erst der 30 Funktionstest den Erfolg der Mikrostrukturierung zeigt und somit in der Regel immer ausreichend Zeit für die Produktion neuer oder verbesserter

Masken bleibt. Insgesamt ist die Herstellung der Masken jedoch teuer, zeitaufwendig und wenig flexibel.

Bei der Verwendung der Photolithographie für die lichtinduzierte in situ-Synthese von DNA (Synthese direkt auf dem BioChip) werden vom Institut Affymax sowie von der Firma Affymetrix bereits handelsübliche Belichtungssysteme zur Herstellung von hochdichten DNA-Mikroarrays eingesetzt (Referenzen: US 5,744,305, US 5,527,681, US 5,143,854, US 5,593,839, US 5,405,783). Die eingesetzte Wellenlänge ist auf 300-400 nm beschränkt. Für jede Änderung des Belichtungsmusters ist ein Wechsel der Maske erforderlich. Dies ist extrem hinderlich, da für die Produktion zum Beispiel eines DNA-Arrays mit 25 Bausteine langen Oligonukleotiden (25mer) je Meßplatz ca. 100 individuelle Belichtungszyklen benötigt werden.

15

Im Allgemeinen haben die Reaktionsträger eine 2D-Basisfläche für das Beschichten mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien. Die Basisflächen können beispielweise auch von Wänden einer oder mehrerer Kapillaren oder von Kanälen gebildet sein. Eine Weiterführung der Geometrie ist eine 3D-Struktur, bei der die Analyse und gegebenenfalls auch Manipulation respektive Steuerung von Reaktionen in einer 2D-Anordnung erfolgen.

20

Vor allem in den USA wird die Entwicklung von miniaturisierten BioChips mit enormen Mitteln vorangetrieben.

25

Zum Stand der Technik kann z.B. auf folgende Publikationen hingewiesen werden:

30

1. Nature Genetics, Vol. 21, supplement (gesamt), Jan. 1999 (BioChips)
2. Nature Biotechnology, Vol. 16, S. 981-983, Okt. 1998 (BioChips)
3. Trends in Biotechnology, Vol. 16, S. 301-306, Jul. 1998 (BioChips).

Wichtige Anwendungsfelder für miniaturisierte, parallele Assays und damit die Anwendung der vorliegenden Erfindung sind:

Molekulare Diagnostik (mit in vitro-Diagnostik, klinischer Diagnostik, genetischer Diagnostik)/Pharmaka-Entwicklung (Substanzentwicklung, Austesten, Screening etc.)/biologische Grundlagenforschung (u.a. Genomik, Transkriptom, Proteom, Physiom)/molekulare Interaktionen/Analyse und Screening nach Pathogenen (Viroide, Prionen, Viren, Prokaryonten, Eukaryonten)/Onkologie/Umweltmonitoring/Lebensmittelanalytik/Forensik/

Screening von medizinischen Produkten (u.a. Produkte aus Blut)/Detektion, Analyse und Screening von Transgenen (Pflanzen, Tiere, Bakterien, Viren, Züchtung, Freilandversuche)/Cytologie (u.a. Zellassays)/Histologie/alle Formen von Nukleinsäureanalysen (u.a. Sequenzanalyse, Kartierung, Expressionsprofile)/SNPs/Pharmakogenomik/funktionelle Genomik.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, welche eine flexiblere und schnellere Herstellung und eine effizientere Analyse von miniaturisierten, hochparallelen Reaktionsträgern ermöglicht.

20

Verfahren und Vorrichtung sollten zudem die Integration von Herstellung und Analyse in ein Gerät ermöglichen. Weiterhin ist die Schaffung einer Basis für eine vollständige Automatisierung aller Vorgänge bei Herstellung und Analyse beabsichtigt.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien beschichteten Reaktionsträgers umfaßt folgende Schritte:

30 (a) Bereitstellen eines Trägers mit einer Oberfläche, die photoaktivierbare Gruppen aufweist,

- 8 -

- (b) Aktivieren der photoaktivierbaren Gruppe auf mindestens einem vorbestimmten Bereich der Trägeroberfläche durch ortsspezifische Belichtung des Trägers mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist,
- 5 (c) ortsspezifisches Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien auf mindestens einem der vorbestimmten Bereiche und
- (d) gegebenenfalls Wiederholen der Aktivierungs- und Bindeschritte auf gleichen oder/und unterschiedlichen vorbestimmten Bereichen.

10

Der Träger ist eine mit biochemischen oder biologischen Materialien bzw. Rezeptoren oder Bausteinen davon bestückbare oder bestückte Festphase. Der Träger kann eine planare Oberfläche oder eine mit Vertiefungen, z.B. Kanälen versehene Oberfläche aufweisen. Die Kanäle sind vorzugsweise 15 Mikrokanäle mit einem Querschnitt von z.B. 10 - 1000 µm. Die Kanäle können - abhängig von den Oberflächeneigenschaften - Kapillarkanäle, aber auch Kanäle ohne Kapillarwirkung (z.B. aufgrund von Beschichtung mit Teflon) sein. Der Träger ist zumindest teilweise im Bereich der zu bestückenden Reaktionsbereiche optisch transparent.

20

Die Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zu einer Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, ermöglicht eine große Flexibilität bei der Herstellung oder/und Manipulation oder/und Analyse von opto-fluidischen Reaktionsträgern und insbesondere eine schnellere Präparation von Reaktionsträgern als dies bisher möglich war. Im Gegensatz zu der Erzeugung von entsprechend feinauflösenden Belichtungsmustern in einer Photolithographiemaschine mittels invarianter individueller Masken, die bei einem Wechsel des Belichtungsmusters gewechselt werden müssen, kann mit einer steuerbaren Belichtungsmatrix 25 jedes prinzipiell mögliche Belichtungsmuster durch einfache Ansteuerung der Belichtungsmatrix von einem Steuerrechner aus erzeugt und geändert werden. In einem Herstellungsprozess können damit an einem Tag prinzipiell 30

hunderte bis tausende unterschiedliche Reaktionsträger mit einer Vielzahl an individuellen Reaktionsbereichen erzeugt und analysiert werden, was bislang nicht möglich war.

- 5 Die vorbestimmten Reaktionsbereiche, an denen eine ortsspezifische Belichtung des Trägers durchgeführt werden soll, werden für eine aktuelle Anwendung vorzugsweise automatisch durch ein Programm ausgewählt, mit dem eine Steuerung und Zuordnung der Reaktionsbereiche zu einem oder mehreren Reaktionsträgern nach den Kriterien Syntheseeffizienz,
 - 10 optimale Synthesebedingungen, z.B. Temperatur etc., optimale Analysebedingungen, z.B. Hybridisierungstemperatur unter Berücksichtigung benachbarter Bereiche, ermöglicht wird. Nach Herstellung des Trägers kann gegebenenfalls ein Wechsel des Trägers und eine Fortsetzung des Verfahrens ab Schritt (a) vorgesehen sein. Dabei kann Schritt (c), das
 - 15 ortsspezifische Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien ebenso wie im vorhergehenden Zyklus oder aber unter Berücksichtigung der Informationen aus einem vorhergehenden Synthesezyklus umfassen.
 - 20 Durch die Programmierbarkeit bzw. elektronische Steuerbarkeit der Belichtungsmatrix entfällt der Austausch sowie die Erzeugung der Maskeneinheiten, wie sie bei den photolithographischen Methoden erforderlich waren. Die Belichtungsmustererzeugung ist somit nicht mehr mit einem Aufwand für die Herstellung, das Auswechseln, Positionieren, Lagern und
 - 25 Optimieren von Belichtungsmasken verbunden. Damit wird insbesondere die in situ-Synthese von Reaktionsträgern (z.B. DNA-Mikro-Arrays) für einen breiten Einsatz zugänglich. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verwendet man eine Belichtungsmatrix, die mit einer Auflösung von mindestens 500 Punkten pro cm² belichten kann.
- 30 Die Belichtungsmatrix und die zugeordnete Lichtquelle dienen grundsätzlich dazu, das gewünschte Belichtungsmuster für die Steuerung/Anregung

photochemischer Prozesse oder ggf. für die Analyse einer Reaktionsträger-Matrix bereitzustellen. Dabei kann gemäß einer Variante die Lichtintensität und/oder die Wellenlänge je Lichtpunkt der Belichtungsmatrix bzw. des Belichtungsmusters auf dem Reaktionsträger wahlweise moduliert werden.

5

Vorzugsweise wird als Belichtungsmatrix eine steuerbare Reflexionsmatrix herangezogen, welche Licht ortsselektiv nach Maßgabe ihrer Ansteuerung in eine bestimmte Richtung (hier Richtung des Reaktionsträgers) reflektiert.

Solche reflektierenden Flächenlichtmodulatoren mit gesteuert deformierbaren Spiegelanordnungen zur Erzeugung von Lichtmustern können insbesondere als Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten oder als Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays realisiert sein. Zu der Technologie solcher Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten und Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays wird auf betreffende Datenblätter des Fraunhofer-Instituts für mikroelektronische Schaltungen und Systeme verwiesen, die dieser Anmeldung als Anlage beigelegt sind. Der Vorzug solcher steuerbarer Reflexionsmatrizen liegt insbesondere darin, daß sie für einen weiten Spektralbereich des Lichtes vom UV bis IR verfügbar sind, beispielsweise in einem Wellenlängenbereich von 200-2000 nm. Insbesondere für die Übertragung von energiereicher Strahlung im UV-Bereich sowie allgemein bei hohen Energiedichten pro Fläche sind neueste Entwicklung von steuerbaren Reflexionsmatrizen in 40V-CMOS Technik vorteilhaft. Durch die Betriebsspannung von 40 V sind die Matrizen entsprechend unempfindlich. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß eine derartige Reflexionsmatrix bei entsprechender Beleuchtung mit einem über die Matrixfläche ausgedehnten Lichtfeld eine zeitlich parallele Belichtung aller zu belichtenden Stellen in dem Belichtungsmuster ermöglicht. Diese Möglichkeit der Parallelität der Belichtung eines Reaktionsträgers hat Auswirkungen auf die Herstellungsdauer (bei in situ-Synthesen) auf die Möglichkeiten zur Online-Kontrolle und Auswertung (keine Artefakte durch Zeitspannen zwischen Meßpunkten etc.) und auf die Möglichkeiten der Manipulation, z.B. bei Zell-

10

15

20

25

30

Arrays oder anderen biologischen Komponenten eines Reaktionsträgers (etwa bei Retina-Präparaten oder lichtabhängiger neuronaler Aktivität).

Sofern es auf Parallelität der Belichtung nicht sehr streng ankommt, kann
5 anstelle der ganzflächigen Bestrahlung der Belichtungsmatrix eine Rasterung bzw. Abtastung der Belichtungsmatrix mit einem gebündelten Strahl, z.B. Laserstrahl, erfolgen, um auf dem bzw. in dem Reaktionsträger das gewünschte Lichtmuster nach Maßgabe der Ansteuerung der Belichtungsmatrix zu erzeugen. Es können somit verschiedenste Lichtquellen
10 Verwendung finden, so z.B. auch Lichtquellen, deren Emissionsspektrum oder Emissionswellenlänge wahlweise änderbar ist, z.B. ein N²-Laser, so daß z.B. eine Anregung mehrerer signalgebender Fluoreszenzstoffe auf oder in dem Reaktionsträger mit unterschiedlichen Wellenlängen möglich ist (dies ist eine Art 2D-Spektroskopie).

15

Eine weitere Klasse möglicher Belichtungsmatrizen für die Verwendung gemäß der vorliegenden Erfindung stellen die Lichtquellen-Arrays, d.h. matrixförmige Anordnungen kleinstter Lichtquellen dar, die individuell ansteuerbar sind. Hierbei kann es sich z.B. um Mikrolaser-Arrays,
20 Mikrodioden-Arrays oder dergleichen handeln. Mittlerweile sind UV-Leuchtdioden verfügbar, deren Emissionswellenlänge bei 370 nm liegt. Derartige UV-Leuchtdioden werden unter der Typenbezeichnung NSHU 590 und NSHU 550 von der Roithner Lasertechnik, A-1040 Wien, Fleischmanngasse 9, vertrieben. Die entsprechende UV-Leuchtdioden-
25 Technik kann zur Realisierung eines Dioden-Arrays, insbesondere Mikrodioden-Arrays, herangezogen werden.

Die einzelnen ansteuerbaren Punkte eines solchen Lichtquellen-Arrays (Lichtquellenmatrix) entsprechen demnach den einzelnen Beleuchtungspunkten auf dem Reaktionsträger in den einzelnen Reaktionsbereichen, wobei das erzeugte Belichtungsmuster bedarfsweise mit Hilfe geeigneter optischer Baukomponenten verkleinert werden kann.

Eine solche (selbstleuchtende) Lichtquellenmatrix unterscheidet sich von Belichtungsmatrizen, die als "Lichtventil" arbeiten, wie z.B. LCD's, und solchen, die als Lichtreflektor arbeiten, wie z.B. ansteuerbare Mikrospiegel.
5 Als technische Lösung für ein Lichtquellen-Array kommen flächig angeordnete Strukturen auf Galliumnitrid (GaN) basierend in Frage. GaN ist als UV-Emitter z.B. aus der Fertigung kommerziell erhältlicher UV-LED's bekannt. Aus diesen Strukturen wird durch geeignete Verschaltung eine Matrix mit vielen unabhängig ansteuerbaren Elementen aufgebaut. Weiterhin ist ein entsprechend aufgebautes Mikrolaser-Array denkbar, wobei als
10 laseraktives Medium z.B. GaN Verwendung finden kann.

Eine solche Vorrichtung kann beispielsweise aus einer Matrix emittierender Halbleiterelemente, die Licht einer Wellenlänge < 400 nm emittieren, wie es beispielsweise durch GaN-Leuchtdioden erfolgt. Wie erwähnt, kommt als Belichtungsmatrix auch ein entsprechend aufgebautes Mikrolaser-Array in Frage. Die Größe eines lichthemittierenden Elementes kann in einem Bereich zwischen 500 x 500 µm und 50 x 50 µm liegen. Jedes Matrixelement ist separat ansteuerbar. Bei einem Belichtungsvorgang, der Grundlage einer biochemischen Reaktion ist, emittiert zumindest eine Leuchtdiode Photonen
15 innerhalb eines Wellenlängenbereiches unterhalb von 400 nm. Da die Vorrichtung vorzugsweise als Einheit zur Initiierung räumlich getrennter photochemischer Reaktionen in einem Reaktionsträger konzipiert ist, ist ein
20 Füllgrad der Belichtungsmatrix mit lichthemittierenden Elementen von weniger als 75% notwendig.

25 Die Größe der Lichtquellenmatrix ist größer oder gleich der optischen Abbildung auf dem Reaktionsträger. Die ggf. erforderliche Verkleinerung der Abbildung wird bevorzugt durch Lichtwellenleitung in einem Glasfaserbündel (fused fiber optic taper), wahlweise auch durch geeignete Linsensysteme,
30 realisiert. Der Einsatz von fused fibre optic tapers ist beispielsweise aus Nachtsichtgeräten bekannt.

Das Anordnungsmuster der UV-Leuchtdioden entspricht vorzugsweise dem Muster der Syntheseplätze im Reaktionsträger.

Der Aufbau der Belichtungskomponente (selbstleuchtende
5 Lichtquellenmatrix) besteht somit aus einer Matrix, auf der UV-Leuchtdioden oder Mikrodiodenlaser in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Durch Ansteuerung der einzelnen Lichtquellenelemente dieser Matrix wird ein spezifisches Belichtungsmuster erzeugt, welches dem Muster der Syntheseplätze im Reaktionsträger entspricht.

10

Die einzelnen Lichtquellenelemente werden beispielsweise zeilen- und spaltenweise angesteuert, wobei ein Pulsieren der einzelnen Leuchtdioden oder Laserelemente eintritt, d.h. es wird eine schwankende Lichtintensität emittiert. Ein ähnliches Verfahren der Ansteuerung ist beispielsweise bei
15 LCD-Belichtungsmatrizen zu finden. Alternativ kann eine statische Ansteuerung der einzelnen Leuchtdioden der Matrix durch bistabile Kippschaltungen (Flip-Flops) oder DRAM's sowie sonstige geeignete Schaltungen erfolgen.

20

Unmittelbar an das Lichtquellen-Array kann sich eine Matrix aus optischen Mikroelementen (oder auch eine mechanische Lochmaske zur Streulichtunterdrückung) anschließen. Diese Komponente kann ihrerseits aus einer von mehreren miteinander verbundenen Schichten mikroskopischer, optischer Bauteile (z.B. Mikrolinsen) bestehen und wird zweckmäßigerweise direkt auf der Lichtquellenmatrix befestigt.
25

30

In einer Ausführungsform schließt sich unmittelbar an die mikrooptische Komponente ein "fused fiber optic taper" an, welches zur Verkleinerung des Beleuchtungsmusters im Verhältnis (Eintritt : Austritt) 1 : 1, 2 : 1, 25 : 1 oder etwaigen Zwischenwerten dient. Hierbei können die einzelnen Fasern des Glasfaserbündels durch eine schwarze Ummantelung optisch voneinander abgeschirmt sein.

Zwischen den einzelnen Baukomponenten der Vorrichtung kann sich ein fluidisches optisches Medium befinden. Die Einkopplung des erzeugten Belichtungsmusters in den Reaktionsträger kann ihrerseits über ein Glasfasebündel erfolgen, welches unmittelbar auf der Oberfläche des 5 planaren Reaktionsträgers befestigt ist.

Der mögliche Aufbau des Reaktionsträgers und die Anordnung einer Lichtsensormatrix (Vielkanaldetektormatrix), die vorzugsweise in Form eines CCD-Chips vorgesehen ist, wird nachstehend noch erläutert.

10

Der Reaktionsträger wird auf der lichtemittierenden Seite der Lichtquellenmatrix angeordnet. Der Reaktionsträger ist zumindest auf der der Belichtungsmatrix zugewandten Seite optisch transparent. Dadurch kann in diesem Reaktionsträger, der z.B. ein optofluidischer Mikroprozessor sein kann, ein ortsaufgelöstes Belichtungsmuster erzeugt werden. Auf diese 15 Weise kann in dem Reaktionsträger unter Verwendung einer geeigneten Photochemie innerhalb der einzelnen Reaktionsbereiche die Immobilisierung oder Synthese von Polymersonden ortsaufgelöst gesteuert werden.

20 Eine Vorrichtung zur Umsetzung des beschriebenen Verfahrens kann in einem sehr kompakten und platzsparenden Aufbau realisiert werden, in dem dann sowohl die Aktivierung der Synthese auf dem Reaktionsträger und damit die Dotierung der Reaktionsbereiche mit entsprechenden Polymersonden als auch die Detektion von Signalen nach Zugabe von 25 Probenmaterial erfolgen kann.

Zwischen dem Reaktionsträger und der betreffenden Lichtsensormatrix kann 30 sich ein spektrales Filter (Bandpaß- oder Langpaßfilter) befinden, welches bei der fluoreszenzspektroskopischen Detektion der an den BioChip (Reaktionsträger) gebundenen Analyten eine spektrale Separation des Signallichtes vom Anregungslicht ermöglicht. Die Verwendung eines Filterrades mit verschiedenen optischen Filtern erlaubt darüber hinaus die

simultane Detektion von Analyten verschiedener Probenmaterialien, welche durch unterschiedliche Farbstoffe mit spektral weit auseinanderliegenden Fluoreszenzmaxima markiert worden sind.

- 5 Die Arbeitsweise der Lichtquellenmatrix (Belichtungsmatrix) und der betreffenden Lichtsensormatrix (z.B. CCD-Array) können entweder durch eine geeignete Hardware oder Software aufeinander abgestimmt werden. Wenn die einzelnen Elemente der Belichtungsmatrix auf einer Nanosekunden-Zeitskala geschaltet werden können, ohne z.B.
10 "nachzuleuchten", so ist auch eine elektronische Synchronisation mit einer sogenannten "gegateten" CCD-Kamera über einen externen Frequenzgenerator möglich. Da die Fluoreszenzlebensdauer gebräuchlicher Farbstoffe gewöhnlich einige Nanosekunden beträgt, ist auf diese Weise bei der fluoreszenzspektroskopischen Detektion des Analyten eine zeitliche
15 Separation des Anregungs- und Signallichtes möglich, so daß zeitaufgelöste Spektroskopie betrieben werden kann.

- Eine weitere Klasse von erfindungsgemäß verwendbaren Belichtungsmatrizen stellen Matrixanordnungen von "Lichtventilen" oder steuerbaren
20 Durchlicht-Modulatoren dar, welche ortsselektiv steuerbar sind, um Licht durchzulassen bzw. Licht nicht durchzulassen. Hierbei handelt es sich um elektronische Komponenten, bei denen das Licht einer Lichtquelle auf eine Matrix von steuerbaren Pixeln fällt. Jedes Pixel kann in Bezug auf seine
Lichtdurchlässigkeit durch das elektronische Steuersignal moduliert werden.
25 So entsteht eine steuerbare Lichtventilmatrix LVM. Um die Funktion des Lichtventils auszufüllen, müssen Teile der elektronischen Komponenten (u.a. die eigentlichen Elektroden) transparent sein. Zur Gruppe der Lichtventile zählt als bekanntester Vertreter das Liquid Cristall Display LCD. Lichtventile auf LCD-Basis sind weit verbreitet, als Mikroversion u.a. im Sucher von
30 digitalen Videokameras und in Nachtsichtgeräten und als Makroversion zum Beispiel in Laptops oder als Bildschirm zu Personal Computern. Die Transmission im Dunkelzustand beträgt allerdings immer noch bis zu 10%

der Lichtmenge, die von hinten eingestrahlt wird. LCDs sind für Wellenlängen transmittierten Lichtes oberhalb 400 nm verfügbar. Für Belichtung im UV-Bereich des Lichtes sind die enthaltenen Kristalle schlecht geeignet, u.a. aufgrund ihrer Eigenabsorption (siehe u.a. Microsystem Technologies 1997, 42-47, Springer Verlag). Für die Konfiguration von LVMs im UV-Bereich sind daher andere Substanzen als Füllung zwischen den transparenten Elektroden notwendig. Solche alternativen Substanzen sind z.B. aus sog. Suspended Particle Devices SPD bekannt (siehe u.a. US 5728251). Solche und andere Substanzen können mit der gleichen Elektrodenanordnung wie LCDs verwendet werden, es ist aber auch möglich, andere transparente Komponenten zu verwenden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es vorgesehen sein, daß die Belichtung des Trägers durch pulsierende, kohärente, monochromatische, parallele oder/und gegebenenfalls in unterschiedlichen Ebenen fokussierbare Strahlung erfolgt.

Der Reaktionsträger bzw. BioChip kann beispielsweise eine Halbleiteroberfläche, eine Glasoberfläche oder eine Kunststoffoberfläche für die Beschichtung mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien aufweisen, wobei es sich um eine Außenoberfläche oder/und um eine Innenoberfläche des Trägers handeln kann, letzteres, sofern der Träger zumindest teilweise ausgehöhlt, beispielsweise von Kanälen durchsetzt ist.

Vorzugsweise wird ein transparenter Träger verwendet, der optische Untersuchungen im Durchlichtverfahren ermöglicht.

Die vorbestimmten aktivierbare Bereiche können beispielsweise eine Fläche von $1 \mu\text{m}^2$ bis 1 cm^2 , insbesondere $100 \mu\text{m}^2$ bis 1 mm^2 umfassen. Die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche können von nichtaktivierten oder/und nichtaktivierbaren Bereichen umgeben sein.

Die Belichtungsmatrix kann ein für die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche inhärentes Muster aufweisen, beispielsweise mit Stellen, die im Belichtungsmuster stets Abschattung bzw. Dunkelheit zur Folge haben.

- 5 Die biologischen oder biochemisch funktionellen Materialien werden vorzugsweise aus biologischen Substanzen oder mit biologischen Substanzen reaktiven Materialien ausgewählt, nämlich vorzugsweise aus Nukleinsäuren und Nukleinsäurebausteinen, insbesondere Nukleotiden und Oligonukleotiden, Nukleinsäureanaloga wie PNA und Bausteinen davon,
 - 10 Peptiden und Proteinen und Bausteinen davon, insbesondere Aminosäuren, Sacchariden, Zellen, subzellulären Präparationen, wie Zellorganellen oder Membranpräparationen, viralen Partikeln, Zellaggregaten, Allergenen, Pathogenen, pharmakologischen Wirkstoffen und diagnostischen Reagenzien.
- 15 Die biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien werden vorzugsweise durch mehrstufigen Aufbau aus Monomer- oder/und Oligomerbausteinen auf dem Träger synthetisiert.
- 20 Die große Flexibilität des Verfahrens nach der Erfindung ermöglicht die Erzeugung einer umfangreichen Substanzbibliothek mit einer Vielzahl unterschiedlicher biologisch oder chemisch funktioneller Materialien auf dem Träger.
 - 25 Die Aktivierung von vorbestimmten Bereichen umfaßt insbesondere eine Schutzgruppenabspaltung vom Träger selbst oder von darauf gebundenen Materialien oder Bausteinen davon.
- 30 Die Belichtungsmatrix ermöglicht eine flexible zeitliche Steuerung der Belichtungsabläufe, so kann die Belichtung mit einer Geschwindigkeit aus dem Bereich von beispielsweise 1/10.000 bis 1000, insbesondere von 1/10 bis 100 Lichtmustern pro Sekunde erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die Belichtung des Trägers mit einer Lichtsensormatrix, insbesondere einer CCD-Matrix überwacht und ggf. unter Berücksichtigung der dabei gewonnenen Informationen gesteuert. Vorzugsweise ist die Sensormatrix der Belichtungs-
5 matrix zugewandt gegenüberliegend angeordnet, wobei der Träger zwischen Belichtungsmatrix und Sensormatrix positioniert ist, um Durchlicht-Beobachtung möglich zu machen. Alternativ können die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix auch zu einer Auflichtanordnung gruppiert werden.

10

Die Sensormatrix kann dazu herangezogen werden, eine automatische Erkennung und/oder gegebenenfalls Kalibrierung des jeweils verwendeten Trägers mittels einer der Sensormatrix nachgeschalteten Auswerteeinheit durchzuführen.

15

Bei einer Weiterbildung der Erfindung kann es vorgesehen sein, daß die auf dem Träger synthetisierten Materialien, insbesondere Polymere, wie Nukleinsäuren, Nukleinsäureanaloga und Proteine, abgelöst werden, um sie für bestimmte Zwecke zur Verfügung zu stellen. Unter diesem Aspekt kann
20 das Verfahren quasi als Produktionsverfahren für biochemische Materialien genutzt werden. Dabei kann es vorgesehen sein, daß die Materialien in unterschiedlichen Bereichen in aufeinanderfolgenden Schritten abgelöst und als Bausteine zum weiteren Aufbau von Polymeren, insbesondere Nukleinsäure-Polymeren, eingesetzt werden.

25

Weitere Gesichtspunkte der Erfindung sind in den Ansprüchen 25 bis 40 angegeben, so insbesondere die Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, als Lichtquelle einer Lichitemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion
30 des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien versehenden 2- oder 3-dimensionalen Testbereichs, wobei

die Herstellung des Testbereichs vorzugsweise in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgt.

Weiterhin sei noch auf einen Gesichtspunkt der Erfindung hingewiesen,
5 gemäß dem eine steuerbare Belichtungsmatrix dazu verwendet wird, Reaktionsträger mit Zellen/Gewebebeschnitten ortsaufgelöst zu belichten, um belichtungsabhängige Manipulationen vorzunehmen (lichtempfindliche Prozesse, wie Photosynthese, Manipulation von Retina-Präparaten, lichtabhängige neuronale Aktivität) oder Analysen durchzuführen (als 2D-
10 FACS; cell-array, tissue-derived cell-array).

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach einem der Ansprüche 41 - 43.

- 15 Dabei dient als Belichtungsmatrix bzw. Lichtquellenmatrix, eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere eine Lichtventilmatrix, eine Reflexionsmatrix oder eine selbstleuchtende bzw. selbstemittierende Belichtungsmatrix.
- 20 Gemäß einer Ausführungsform der Lichtemissions-Detektionseinrichtung basiert die Belichtungsmatrix auf einer Lichtventil-Matrix (z.B. LCD-Matrix). In Kombination mit einer geeigneten Lichtquelle ermöglicht die Lichtventil-Matrix die Realisierung einer hochparallel, hochauflösenden und ortsspezifischen Anregungslichtquelle und Inspektionslichtquelle, die aufgrund ihrer Flexibilität eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Lichtventil-Matrizen sind durch ihren breiten Einsatz im elektronischen Konsumgüterbereich weit entwickelt und dadurch zuverlässig, billig und extrem klein. Wie bereits erläutert, ist eine mögliche Anwendung einer solchen Belichtungsmatrix der Ersatz der aufwendigeren
25 Photolithographie (z.B. bei der photoaktivierten Oligosynthese bei der Herstellung von DNA-Chips) bei weniger hohen Auflösungen, wie beispielsweise bei einfachen Si-Chips oder den DNA-Chips.
- 30

Als Lichtsensormatrix kommt vorzugsweise ein CCD-Bildaufnehmer (CCD-Kamera-Chip) in Frage. Ordnet man diese beiden Chips einander gegenüberliegend an, so erhält man eine extrem kompakte, hochparallele Anregungs-, Inspektions- und Detektionseinheit für eine noch größere
5 Vielzahl von Anwendungen. Die zweidimensionale Lichtemissions-Detektionseinheit entwickelt ihr enormes Potential insbesondere durch das intelligente Zusammenspiel von flächiger Ansteuerung und flächiger Auslesung. Hier bietet die Leistungsfähigkeit moderner Rechner und Softwaresysteme enormes Anwendungs- und Entwicklungspotential, wobei
10 man sowohl bei Hard- als auch bei der Software auf die vorhandenen Systeme zur Nutzung der Lichtventil-Matrix (z.B. LCD) als Mensch-Maschinen-Schnittstelle aufbauen kann. Bei Anwendungen als Kombination aus Lichtquelle und Detektor ist die Intensitätsempfindlichkeit (z.B. 264 Stufen bis 4096 bzw. bis mehrere 100 000 bei CMOS-CCDs) und die
15 Unterscheidung von Farben (d.h. Wellenlängen) im CCD-Chip (z.B. Filtern von Peaks für rot, grün und blau oder andere Farben, je nach Filtern vor den Pixeln) für eine zweidimensionale Spektroskopie geeignet. Zwischen Belichtungsmatrix und Lichtsensormatrix wird an oder in dem Träger ein zu untersuchender/zu analysierender/anzuregender oder anderweitig gezielt mit
20 Licht zu bestrahlender und synchron nach Lichterscheinungen zu untersuchender Gegenstand oder sonstiges Untersuchungsgut eingebbracht. Es entsteht eine Art Sandwich-Aufbau aus Belichtungsmatrix, Träger bzw. Untersuchungsgegenstand und Lichtsensormatrix. Zwischen der Belichtungsmatrix und dem Untersuchungsgegenstand, ebenso wie
25 zwischen dem Untersuchungsgegenstand und dem Lichtsensor-Matrixchip soll vorzugsweise nur ein minimaler Abstand bestehen, um die Abweichung (Streuung) des Lichtes vom betreffenden Pixel der Belichtungsmatrix zum gegenüberliegenden Pixel der Lichtsensormatrix zu minimieren.

30 Während der Syntheseschritte dient die Lichtemissions-Detektionseinrichtung auch als Detektor z.B. für Flüssigkeitsbewegungen und erlaubt eine integrierte Qualitätskontrolle bzw. Prozeßkontrolle. Dies

wirkt sich positiv auf Qualität und Ressourcenverbrauch aus und reduziert die Ausschußrate. Wenn keine Prozeßüberwachung bei der Synthese benötigt wird und die Detektion in einem getrennten System erfolgt, kann anstelle der Lichtsensormatrix z.B. auch eine Temperierungseinheit
5 vorgesehen sein.

Durch die Anordnung einer hochparallelen Belichtungsmatrix und einer hochparallelen Lichtsensormatrix entsteht eine breit einsetzbare, neuartige Inspektionseinheit, welche man auch als massive parallele Lichtschranke
10 bezeichnen kann, die, wenn notwendig, auch noch die Vorteile einer quantitativen und qualitativen Anregung und Messung einschließt. Eine weitere Besonderheit ist die Möglichkeit, unterschiedlich farbiges (unterschiedliche Wellenlänge) Licht zu verwenden. Im Falle einer
15 Lichtventilmatrix lässt sich beispielsweise die Anregungswellenlänge grundlegend durch die jeweilige Verwendung der geeigneten Hintergrundbeleuchtung der Lichtventilmatrix bestimmen.

Eine weitere Stärke der Lichtemissions-Detektionseinrichtung sind die fast unendlichen Möglichkeiten, welche sich aus der Kombination von gezielter
20 Anregung und gezielter Detektion in Verbindung mit modernen Hochleistungsrechnern für die Ansteuerung und die Signalauswertung ergeben. Damit wird gerade für optische Nachweis- und Detektionsverfahren eine neue Technologieplattform geschaffen. Durch das "Durchtunen" der einzelnen Lichtpunkte im Zusammenspiel mit der CCD-Detektion und
25 geeigneten Algorithmen zur Signalauswertung müßten kleinste Veränderungen in den einzelnen Meßpunkten in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung möglich sein. Im Bereich der DNA-Analytik wäre beispielsweise die direkte Detektion einer Hybridisierung in einem Reaktionsbereich denkbar.

30 Hinsichtlich der Bildverarbeitung und Steuerung der Systemkomponenten der Lichtemissions-Detektionseinrichtung kann man ggf. auf Hard- und

Softwaretools zurückgreifen. Beispiele sind Grafikkarten, Videoschnittkarten und dazugehörige Software.

Im Vergleich zu konventionellen photolithographischen Systemen bietet die
5 Lichtemissions-Detektionseinrichtung die Möglichkeit einer extremen Miniaturisierung bei gleichzeitiger Funktionsintegration bei Verwendung als Synthese- und Analysesystem (ISA-System), insbesondere bei Verwendung einer Lichtventilmatrix, Reflektionsmatrix, eines Dioden-Arrays oder eines Laser-Arrays als Belichtungsmatrix und eines CCD-Bildwandlers als
10 Lichtsensormatrix.

Besonders interessante Anwendungen einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung werden im folgenden kurz dargelegt:

15 - Herstellen eines opto-fluidischen Reaktionsträgers, insbesondere nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 - 35. In diesem Zusammenhang eignet sich die Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung insbesondere auch zur Herstellung eines Trägers für Analytbestimmungsverfahren, der eine Vielzahl von Kanälen, insbesondere Kapillarkanälen, umfaßt, wobei in den Kanälen eine
20 Vielzahl von unterschiedlichen Rezeptoren immobilisiert ist bzw. zu immobilisieren ist. Ein solcher Träger ist beispielsweise in der DE 198 39 256.7 beschrieben (siehe Prioritätsbeleg DE 198 39 256.7 zur vorliegenden Anmeldung). Zur Herstellung eines solchen Trägers wird ein Trägerkörper mit einer Vielzahl von Kanälen bereitgestellt. Flüssigkeit mit darin enthaltenen Rezeptoren oder Rezeptorbausteinen wird durch die Kanäle des Trägerkörpers geleitet, wobei Rezeptoren oder Rezeptorbausteine an jeweils vorbestimmten Positionen in den
25 Kanälen orts- oder/und zeitspezifisch immobilisiert werden. Das Immobilisieren kann in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung durch Belichtung mittels der Belichtungsmatrix

30

erfolgen. Der Aufbau eines Rezeptors am Trägerkörper kann durch mehrere aufeinanderfolgende Immobilisierungsschritte von Rezeptorbausteinen erfolgen.

5 Wie erwähnt, erfolgt die Photoaktivierung bei jedem Schritt direkt durch die Belichtungsmatrix. Im Falle der Verwendung eines LCD als Belichtungsmatrix kann die hierfür benötigte Wellenlänge von etwa 365 nm nicht erreicht werden, es sei denn der LCD ist als SPD ausgeführt.

10 Es ist denkbar, daß der Anwender sich seine hochparallelen Reaktionsträger selber erzeugt und direkt verwendet. Er lädt sich einfach die benötigten Daten (DNA-Sequenzen) von einer CD-ROM oder aus dem Internet und erzeugt in der Lichtemissions-
15 Detektionseinrichtung (Aufbau analog einem externen Disketten- oder CD-ROM-Laufwerk) seinen individuellen DNA-Chip, benetzt ihn anschließend mit der Probe und liest die Signale aus.

20 Nutzt man z.B. jeden zweiten Pixel in dieser Anordnung für die Photoaktivierung, so kann man die Pixel dazwischen, welche innerhalb einer Kapillare (Mikrokanal in einem Reaktionsträger) des zumindest bereichsweise im wesentlichen transparenten Trägerkörpers liegen, für eine permanente Prozeßkontrolle verwenden. So kann man z.B. das Einströmen einer Luftblase zwischen zwei Fluiden in einer Kapillare individuell und dynamisch
25 verfolgen. Auch ein Färben der Trägerfluide für G, A, C und T wäre denkbar, so daß die Anwesenheit der richtigen Oligonukleotide überprüfbar würde und eine Farbveränderung könnte eine Verschleppung signalisieren. Bei der anschließenden Detektion könnte wiederum eine ortsspezifische und wenn notwendig sogar
30 farbspezifische Lichtanregung erfolgen. Hierdurch ergeben sich ganz

neue Möglichkeiten für Nachweisverfahren, wie sie derzeit noch nicht vorhanden sind.

Mittels der Lichtemissions-Detektionseinrichtung können ferner Strömungsvorgänge in den Kapillaren in einem Glas- oder Kunststoffchip als Trägerkörper sowohl während der Produktion, sprich der Oligo-Synthese, als auch während der Analyse überwacht werden. Hierzu können z.B. Reinigungsluftblasen zwischen zwei Fluiden in den Kapillaren oder eine Färbung der einzelnen Fluide verwendet werden.

Für die lichtinduzierte Abspaltung von Schutzgruppen während der Synthese von DNA-Oligos auf dem Chip (Trägerkörper) kann die Belichtungsmatrix dienen, wobei z.B. mit einer Wellenlänge von 365 nm belichtet wird. Die benötigten Leistungen sind beispielsweise 14 mW pro cm². Eventuell sind auch Weiterentwicklungen der Synthesechemie möglich, die z.B. unterschiedliche Wellenlängen ausnutzen.

Die Detektion der Nachweisreaktion im Träger für Analytbestimmungsverfahren kann ebenfalls in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung erfolgen. Wenn der Nachweis über Fluoreszenzmarker realisiert wird, müßte hierzu ggf. die Hintergrundbeleuchtung gewechselt werden (automatisch möglich). Gegebenenfalls kommen hier auch neue Detektionsverfahren zum Einsatz, welche erst durch die extrem flexible, individuelle Anstrahlung und Detektion des einzelnen Meßpunktes möglich werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Detektionsverfahren zur Bestimmung eines Analyten unter Verwendung eines

mit biologischen oder biochemischen funktionellen Materialien beschichteten Reaktionsträgers, die folgenden Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Reaktionsträgers mit einer Vielzahl von unterschiedlichen ortsspezifisch gebundenen oder chemischen funktionellen Materialien,
- (b) Zugeben einer gegebenenfalls vorbereiteten Probe, die den oder die zu bestimmenden Analyten enthält, Inkontaktbringen der Probe mit dem Reaktionsträger unter Bedingungen, bei denen eine Bindung des oder der zu bestimmenden Analyten an die trägergebundenen Materialien (Rezeptoren) erfolgt und gegebenenfalls anschließendes Waschen des Reaktionsträgers, und
- (d) optisches Analysieren der Reaktionsbereiche im Rücklicht oder Durchlicht mittels Belichtungsmatrix und Sensormatrix.

Die Analytbestimmungsschritte (a) bis (c) können in den Syntheseprozess integriert werden, so daß die Analyse unmittelbar nach Beendigung der Synthese durchgeführt wird. Dies ermöglicht die Verwendung der Analyseergebnisse eines vorherigen Synthesezyklus für die Auswahl der notwendigen trägergebundenen Materialien für die Reaktionsbereiche im nachfolgenden Reaktionsträger. Das Verfahren kann anschließend mit Schritt (a) fortgeführt werden, da das Analyseergebnis eine neue Auswahl der in den Reaktionsbereichen gebundenen Materialien bedingen kann.

- Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung bezieht sich auf die Einbeziehung in ein Verfahren zur Bestimmung einer Vielzahl von Analyten in einer Probe, wie es in der deutschen Patentanmeldung 198 39 255.9 (siehe Prioritätsbeleg DE 198 39 255.9 zur vorliegenden Anmeldung) beschrieben ist. Dieses Verfahren zur Bestimmung einer Vielzahl von Analyten in einer Probe umfaßt die Schritte:

- 26 -

- (a) Inkontaktbringen der Probe mit
- (i) einer Vielzahl von Spezies von Mikropartikeln, wobei jede Spezies zum Nachweis von bestimmten Analyten geeignet ist, und eine bestimmte von anderen Spezies optisch unterscheidbare Codierung aufweist, und
- (ii) einer Vielzahl von löslichen, analytischen Nachweisreagenzien, die eine signalgebende Gruppe tragen oder mit einer signalgebenden Gruppe bindefähig sind,
- (b) anschließendes Aufbringen der Mikropartikel auf einen Träger und
- (c) Bestimmen der Analyten durch optisches Erfassen der Codierung und der Menge des Vorhandenseins oder/und der Abwesenheit der signalgebenden Gruppen auf mindestens einer Spezies von individuellen Mikropartikeln auf dem Träger.

Als Proben kommen insbesondere biologische Proben in Betracht. Bei den Mikropartikeln kann es sich um organische Partikel, wie organische Polymerlatices, oder um anorganische Partikel, wie Magnetpartikel, Glaspartikel etc., handeln.

Jede Spezies der vorzugsweise optisch transparenten Mikropartikel weist auf ihrer Oberfläche mindestens einen immobilisierten, unterschiedlichen, analytischen Rezeptor auf. Die Codierung der Mikropartikel ist vorzugsweise eine Farbcodierung. Zur Bestimmung jedes Analyten wird mindestens ein lösliches, analytisches Nachweisreagens verwendet.

Mittels der Lichtemissions-Detektionseinrichtung kann nach Aufbringen der Mikropartikel auf dem Träger und Einfügen des Trägers zwischen der Belichtungsmatrix und der Lichtsensormatrix eine statistische oder dynamische Anordnung der Mikropartikel auf

dem Träger bestimmt werden, und zwar durch Bilderfassung mittels der Lichtsensormatrix.

Die auch als Beads oder Smart-Beads bezeichneten Mikropartikel
5 repräsentieren in ihrer Gesamtheit eine Vielfalt an Meßpunkten. Die
Lichtemissions-Detektionseinrichtung ermöglicht nicht nur die
Lokalisation und Zuordnung der einzelnen Beads in ihrer Anordnung
am Träger mittels der Lichtsensormatrix sondern darüber hinaus auch
eine ebenso lokalisierte Beleuchtung. In dieser Kombination ist die
10 Lichtemissions-Detektionseinrichtung daher besonders geeignet, um
Bestandteile des auch als fraktalen Chip bezeichneten Trägers zu
lokalisieren, zu identifizieren und mit entsprechender Software die
notwendigen Daten zu liefern, um mit hoher Präzision den fraktalen
Chip zu präparieren. Das Prinzip dieses Aufbaus und der umfassende
15 Zugriff durch Beleuchtung und Detektion soll die Fehlerrate extrem
niedrig halten.

Durch die Lichtemissions-Detektionseinrichtung können die
20 Strömungsvorgänge der Smart-Beads in einem fraktalen Chip
während der Analyse überwacht werden.

Die Auslesung der Informationen aus einem Smart-Bead-Array soll in
der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgen, wobei die
Anregungslichtquelle, also die Belichtungsmatrix, direkt über dem
25 Smart-Bead-Array und die Lichtquellenmatrix direkt unter dem
fraktalen Chip mit dem Smart-Bead-Array liegt. Durch diese möglichst
kompakte Bauweise werden die Lichtlaufwege und damit auch die
benötigte Lichtintensität ebenso wie Überlagerungseffekte
benachbarter Smart-Beads minimiert. Auf die Verwendung einer
30 aufwendigen, platzintensiven, lichtabsorbierenden und teueren Optik
kann sowohl auf der Anregungs-, als auch auf der Detektionsseite
verzichtet werden.

Eine weitere Variante ist eine vertikale Ausrichtung des Chips, so daß auch Gravitationskräfte für die Be- und Entladung des Chips mit den Smart-Beads genutzt werden können.

5 Als Sensormatrix kommt wiederum z.B. ein CCD-Chip in Frage. Ordnet man auf einer solchen CCD-Fläche von 25 x 37 mm mit 2000 x 3000 Farbpixeln Mikropartikel (Smart-Beads) mit einem Durchmesser von 60 μm zur Direktdetektion an, so erhält man mindestens 200 000 Mikropartikel (Smart-Beads). Jeder Mikropartikel überdeckt dabei ca. 120 quadratische Farbpixel mit 5 - 10 μm Kantenlänge. Damit erhält man 30-40 Farb- oder 120 Schwarzweißsignale pro Smart-Bead mit einer digitalen Lichtintensitätsabstufung von 256 bis 4096 (je nach CCD-Chip) diskreten Helligkeitsstufen je Schwarzweißpixel. Somit ist auf jeden 10 Fall eine ausreichende Menge an Daten für eine statistische 15 Signalverifizierung vorhanden.

Die Grenze der maximal synchron detektierbaren, unterschiedlich farbcodierten Smart-Beads liegt in der Möglichkeit der spezifischen 20 Codierbarkeit (chemisches Limit der reproduzierbaren Farberzeugung) der Smart-Beads sowie in der Möglichkeit der optischen Erfassung der Farbunterschiede mit einem CCD-Chip. Teilt man die 256 Intensitätsstufen je Farbe (RGB Minimalanforderung) in 10 Stufen ein, so erhält man $25^3 = 15\,625$ mögliche Farben, welche detektiert 25 werden können. Baut man die Anzahl der Farbklassen durch weitere Farbfilter aus, so läßt sich die Zahl der detektierbaren Farben weiter erhöhen. Mit Vierfachfarbfiltern (z.B. RGB und Magenta) vor dem oben beschriebenen CCD-Chip ließen sich theoretisch $25 \times 25^3 = 30$ 30 390 625 Farben erkennen. Natürlich nur noch mit ca. 30 Vierfachfarbpixeln. Aufgrund der großen Fortschritte in der CCD-Technologie ist mit den aufgeführten Zahlen nur der absolute Standard dieser der Technik beschrieben. Neue Chips haben bereits

12 Bit (4096) Farbtiefe und erste Prototypen haben bereits auf der gleichen Fläche 81 Millionen Pixel. Damit ergibt sich auch für die beschriebene Applikation der CCD-Chip-Technologie ein großes Wachstumspotential und die parallele Detektion von 10^6 individuellen Smart-Beads ist technisch machbar.

5

Gemäß einer Variante kann es vorgesehen sein, daß ein optisches Gitter zwischen Smart-Bead-Array (Fraktalchip) und CCD-Kamera-Chip vorgesehen ist.

10

Ferner kann es gemäß einer Variante vorgesehen sein, daß zwischen dem Smart-Bead-Array (Fraktalchip) und dem CCD-Kamera-Chip optische Elemente, insbesondere Abbildungselemente, vorhanden sind.

15

- Bei Anwendung der Lichtemissions-Detektionseinrichtung für High Throughput Screening (HTS)-Anlagen ließen sich beliebig viele der Lichtemissions-Detektions-Einheiten parallel aufbauen bzw. modular in ein Gerät integrieren. Die Bereitstellung der Oligos sowie der Waschflüssigkeit und der vorbereiteten Probe ist wiederum eine Frage der Ausführungsvariante. Hier gibt es zahlreiche Möglichkeiten von der Bereitstellung im Analysegerät bis zur Bereitstellung in der genau benötigten Menge direkt im Reaktionsträger, wo nur noch die Probe, z.B. nach einer PCR, zugegeben wird. Selbstverständlich ist auch die Integration der Probenvorbereitung in den Trägerchip denkbar. Bei einer Variante sollen die Fluide nur durch die Kapillarkräfte in betreffenden Kapillaren getrieben werden. Für die einzelnen Schritte muß lediglich das integrierte Ventil durch einen Stellmotor im Gerät verstellt werden (z.B. von außen durch einen Mikromotor oder einen Piezoantrieb, wenn die Lichtemissions-Detektionseinrichtung entsprechend miniaturisiert werden soll). Wenn die einzelnen Behälter oder Hohlräume im Chip nur mit einer Folie oder Membran oder einem

20

25

30

- 30 -

entsprechenden Deckel verschlossen würden, könnte man bei mangelnder Kapillarkraft durch Druck von oben eine Pumpfunktion realisieren.

- 5 - Eine Verwendungsmöglichkeit einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung könnte die Überwachung von langsamen Strömungsvorgängen bei der Dünnschicht-Chromatographie (DSC) sein. Dabei kann ggf. auf die farbliche Markierung der Wanderung für die Detektion verzichtet werden und stattdessen eine direkte "In situ"-Kontrolle durch die kompakte und preiswerte Lichtemissions-Detektionseinrichtung durchgeführt werden.
- 10 - Eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung kann auch in der Mikrosystemtechnik Verwendung finden als Inspektionseinheit etc.
- 15 - Bezuglich der Verwendung der Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Analytbestimmung in BioChips sei noch angemerkt, daß dort von dem Einsatz der CCD-Detektion eine linsenlose Signaldetektion erwartet werden sollte, die mindestens drei getrennte Wellenlängen-Peaks (Farben: rot, grün, blau) und 64 Intensitätsstufen unterscheiden kann.
- 20 - Die Integration der differentiell lokalisierbaren Anregungslichtquelle in Form der Belichtungsmatrix wird mehrere Anregungswellenlängen (mindestens drei entsprechend der Farbgebung auf Monitoren) erlauben, so daß problemlos eine Verwendung unterschiedlicher Fluoreszenzmarker möglich ist.
- 25 - Eine weitere Anwendungsmöglichkeit für eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung ist die Zytometrie und

Untersuchung anderer ausreichend kleiner biologischer Objekte. Die
Lichtemissions-Detektionseinrichtung überwacht allgemein eine 2D-
Matrix durch lokalisierte Lichtschranken, wobei durch die
Emissionsbreite und durch die hohe Empfindlichkeit und
wellenlängenabhängige Detektion spektrometrische Prinzipien
verwendet werden können.

Eine solche Matrix eignet sich damit hervorragend zur Untersuchung
von Partikeln, die sich in einem flüssigen Medium zwischen
"Detektor" und "Analyzer" befinden.

Als interessante Anwendung können als "Partikel" ganze Zellen
untersucht werden. Im Gegensatz zu einer in einer 1D-Kapillare
durchgeföhrten Zytometrie erfolgt dann eine parallele Klassifikation
der Zellen entsprechend ihrer optisch erfaßbaren Parameter.

Denkbar sind die Bestimmung nach Größe, optische Eigenschaften,
wie etwa Fluoreszenz (nach entsprechender Markierung mit
spezifischen oder unspezifischen Färbungen, z.B. Antikörper
respektive lipphiler Farbstoff) oder Bewegung z.B. bei Makrophagen,
pathogenen oder anderen Einzellern o. ä. Auch die Untersuchung
ausreichend kleiner Vielzeller ist möglich, z.B. eine ganze C. elegans-
Population unter bestimmten experimentellen Bedingungen.

Ein weiteres Anwendungsfeld für eine Lichtemissions-
Detektionseinrichtung nach der Erfindung bietet die
Gelelektrophorese. Dabei kann mittels einer Lichtemissions-
Detektionseinrichtung die gelelektrophoretische Trennung von
biologischem Untersuchungsmaterial, z.B. von DNA in Agarose-
Gelen, online überwacht und ausgewertet werden, wenn
Elektrophoresekammer und die Lichtemissions-Detektionseinrichtung

entsprechend integriert werden. Der Benutzer könnte die Trennung z.B. auf dem Bildschirm verfolgen.

Dadurch wäre die Auswertung zum frühestmöglichen Zeitpunkt der
5 Trennung ermöglicht, was evtl. eine enorme Zeitersparnis zur Folge hat. Die gesamte Gerätschaft könnte aufgrund der sensitiven und hochauflösenden Lichtemissions-Detektionseinrichtung wahrscheinlich deutlich kleiner konzipiert werden, als dies zur Zeit der Fall ist, da die meisten Gelelektrophoresen primär mit dem bloßen
10 Auge beurteilt werden, und erst sekundär ein kleiner Teil der Trennungen unter einem Scanner ausgewertet wird. Aus dieser Verkleinerung folgt eine verbesserte Kühlung, die wiederum eine höhere Spannung und damit raschere Trennung ermöglicht. So ist eine weitere Beschleunigung des Vorgangs denkbar und insgesamt
15 eine große Zeitersparnis (in Analogie zur Kapillarelektrophorese erscheint eine Beschleunigung um den Faktor 10 durchaus realistisch, bei reduziertem Material- und Analytverbrauch) möglich.

Eine mögliche Erweiterung ist die automatische Entnahme von
20 Material aus dem online vermessenen Elektrophoresegel, z.B. durch einen angeschlossenen Miniroboter/computergesteuerten Apparat.

Einige Aspekte der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Die Figuren 1 - 5 zeigen in schematischer Darstellung
25 unterschiedliche Ausführungsbeispiele für Vorrichtungen zur Herstellung/Manipulation/Untersuchung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers (BioChip). Fig. 6 zeigt eine Schnittdarstellung eines Teils eines Trägers mit integrierter Belichtungsmatrix.

30 Fig. 7 zeigt in einer stark schematisierten Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung.

Die Fig. 8 bis 11 zeigen in einer schematischen Darstellung Vorrichtungen nach der Erfindung mit selbstleuchtenden Belichtungsmatrizen.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform einer Anordnung zur Herstellung eines BioChips oder/und zur Manipulation oder/und zur Untersuchung darauf immobilisierter biologisch oder biochemisch funktioneller Materialien.

Die Anordnung nach Fig. 1 kann begrifflich in drei Funktionsbaugruppen oder Systemmodule 2, 4, 6 unterteilt werden. Der nachstehend auch als programmierbare Lichtquellenmatrix bezeichnete Systemmodul 2 umfaßt wenigstens eine Lichtquelle 8, wenigstens eine Belichtungsmatrix 10, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einen Steuercomputer 12, bei dem es sich beispielsweise um einen programmierbaren Singlechip-Mikroprozessor handeln kann, welcher über eine betreffende Schnittstelle mit einem externen Rechner bedarfsweise kommunizieren kann, und dazu dient, die Belichtungsmatrix 10 nach einem betreffenden Programm zu steuern. Alternativ kann die Steuerung der Belichtungsmatrix von einem externen Rechner, z.B. Personal Computer, aus erfolgen. Das Systemmodul 2 kann ferner optische Elemente 11, 14, umfassen, bei denen es sich um Linsen, Blenden, Masken oder dergleichen, handeln kann und die gegebenenfalls auswechselbar angeordnet sind.

Der zweite Systemmodul 4 ist der auswechselbare Träger oder BioChip, der von der programmierbaren Lichtquellenmatrix 2 belichtet werden soll. Bei dem dritten Systemmodul 6 handelt es sich um eine Lichtdetektionseinheit, die vorzugsweise eine Matrix aus Lichtsensoren 16 umfaßt. Vorzugsweise handelt es sich bei der Matrix 16 um einen insbesondere farbtüchtigen CCD-Sensorchip, der für Spektral- und intensitätsaufgelöste, ortsselektive Messungen heranziehbar ist. Gegebenenfalls kann auch der Systemmodul 6 optische Elemente 18, wie Linsen, Blenden, Masken oder dergleichen enthalten.

Die Lichtsensormatrix 16 ist der Belichtungsmatrix 10 zugewandt gegenüberliegend angeordnet, wobei sich der Träger 4 im (Durchlicht-) Strahlengang zwischen der Belichtungsmatrix 10 und der Lichtsensormatrix 16 befindet.

5

In Beispielsfall nach Fig. 1 handelt es sich bei der Belichtungsmatrix 10 um eine elektronisch steuerbare optische Komponente, deren Transparenz ortsauflöst nach Maßgabe der Auflösung der Matrix, also der Anordnung und Größe der die Matrix bildenden und gezielt adressierbaren Matrixelemente, steuerbar ist, und zwar vorzugsweise zwischen zwei Zuständen, nämlich dem im wesentlichen opaken Zustand und einem Zustand maximaler Durchlässigkeit für das Licht der Lichtquelle 8. Man kann die Belichtungsmatrix 10 daher als elektronisch ansteuerbare Maske in Durchlicht-Anordnung betrachten. Je nach Ansteuerung durch den Steuerrechner 12 erzeugt die Belichtungsmatrix 10 ein Belichtungsmuster, mit dem der Träger 4 ortsselektiv belichtet wird. Bevorzugt wird als Belichtungsmatrix 10 in der Anordnung nach Fig. 1 eine Lichtventil-Matrix (LCD-Matrix mit SPD-Füllung) verwendet. Grundsätzlich können auch andere ortsauflöst steuerbare Lichtventilanordnungen, z.B. Mikroplatten, Mikroschieber, usw. zur Verwirklichung einer Belichtungsmatrix 10 der in Fig. 1 gezeigten Art herangezogen werden.

Der Detektionsmodul 6 kann zu seiner Steuerung und zur Verarbeitung der von ihm bereitgestellten Meßinformationen mit dem Computer 12 oder gegebenenfalls mit einem externen Computer, z.B. Personal Computer, in Verbindung stehen.

Die Systemmodule 2 und 6 sind vorzugsweise an einem in Fig. 1 nicht gezeigten gemeinsamen Halter angeordnet und gegebenenfalls relativ 30 zueinander justierbar. Der Halter weist ferner eine Schiebeführung oder dergleichen auf, mittels der die auswechselbaren Träger 4 jeweils in die Position gemäß Fig. 1 auf einfache Weise eingebbracht und aus dieser

Position zur Herausnahme des betreffenden Trägers 4 auch wieder entfernt werden können.

Die Anordnung nach Fig. 1 kann in bevorzugter Weise dazu herangezogen werden, einen betreffenden Träger 4 ortsselektiv mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien zu beschichten. Hierzu wird ein Träger 4 herangezogen, der eine Oberfläche mit photoaktivierbaren Gruppen aufweist. Beispiele geeigneter Träger sind u.a. in der deutschen Patentan-

meldung 198 39 256.7 angegeben. Die programmierbare Lichtquellenmatrix 2 wird dazu verwendet, ein Belichtungsmuster auf der mit photoaktivierbaren Gruppen versehenen Trägeroberfläche zu erzeugen, um die photoaktivierbaren Gruppen in vorbestimmten Bereichen zu aktivieren, die nach Maßgabe des Belichtungsmusters dem Licht der Lichtquelle 8 ausgesetzt sind. Der Oberfläche (im Beispiel einer Innenoberfläche des Trägers) können über den Zulauf 20 betreffende Reagenzien zugeführt werden, welche gewünschte biologisch oder biochemisch funktionelle Materialien oder Bausteine für solche Materialien enthalten, die dann an den vorbestimmten Bereichen binden können. Mit 21 ist eine Ablaufleitung für die Reagenzien bezeichnet.

Die biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien oder Bausteine können ihrerseits mit photoaktivierbaren Gruppen versehen sein, die in einem etwaigen folgenden Aktivierungsschritt bereichsweise nach Maßgabe des dann gewählten Belichtungsmusters aktiviert werden können, um in einem weiteren Bindeschritt biologisch oder biochemisch funktionelle Materialien oder Bausteine für solche Materialien entsprechend den eingesetzten Reagenzien zu binden. Nicht aufgeführt wurden vorstehend etwaige Waschschritte zur Ausspülung der zuletzt verwendeten Reagenzien vor dem jeweiligen nächsten Belichtungsschritt. Je nach Aktivierungs-wellenlänge der photoaktivierbaren Gruppen kann es sich bei der aus-wechselbaren Lichtquelle 8 um eine jeweilige Strahlungsquelle handeln, die

im Infrarotbereich, im sichtbaren Bereich, im ultravioletten Bereich oder/und im Röntgenbereich emittiert.

Belichtungs-, Wasch- und Bindungsschritte können in gezielt gesteuerter
5 Weise wiederholt werden, um beispielsweise ein hochdichtes Mikro-Array
aus Biomolekülen, wie z.B. DNA, RNA oder PNA zu erzeugen.

Für derartige Anwendungen ist der Lichtdetektionsmodul 6 nicht unbedingt
erforderlich; er lässt sich jedoch in zweckmäßiger Weise zur Online-
10 Qualitätskontrolle der Prozesse nutzen, die lichtabhängig in oder auf dem
Träger 4 ablaufen, also z.B. für die Überwachung einer *in situ*-Synthese von
Biomolekülen für die Herstellung eines Mikro-Arrays. Die Lichtsensormatrix
16 ermöglicht eine ortsaufgelöste Überwachung der lichtabhängigen
Prozesse über optische Signale.

15

Der Lichtdetektionsmodul 6 kann allgemein zur Eichung oder Kalibrierung
des Systems vor einer Synthese oder Analyse oder sonstigen Reaktionen
bzw. Manipulationen auf dem oder im Träger herangezogen werden.
20 Die Lichtsensormatrix 16 kann ggf. auch für eine Typenerkennung
verwendet werden, bei der z.B. ein für bestimmte Anwendungen bestimmter
Träger oder Chip-Körper automatisch erkannt wird und die Reaktionen und
Einstellungen während folgender Prozesse automatisch angepasst werden.

25 Durch Verwendung optischer Elemente 14 kann das zweidimensionale
Belichtungsmuster ggf. in einer oder mehreren bestimmten Ebenen in oder
auf dem Reaktionsträger fokussiert werden. Auch eine Verschiebung der
Fokussierebene während eines Prozesses ist denkbar.

30 Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung eine zweite Ausführungsform
einer Anordnung zur Herstellung, Untersuchung und/oder Manipulation eines
Reaktionsträgers. Elemente in Fig. 2 - 6, die von ihrer Funktion her

- 37 -

Elementen in Fig. 1 entsprechen, sind mit jeweils korespondierenden Bezugszeichen gekennzeichnet, so daß diesbezüglich auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels verwiesen werden kann. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist eine elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a als Belichtungsmatrix vorgesehen. Als elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a kann beispielsweise ein hochauflösender Flächenlichtmodulator mit viskoelastischer Steuerschicht und Spiegelschicht verwendet werden. Derartige Flächenlichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten sind beispielsweise in dem Datenblatt mit dem Titel "Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten" erläutert, welches vom Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme, D 01109 Dresden, herausgegeben wurde (Angaben daraus auf Seiten 44-47 der vorliegenden Anmeldung). Ein derartiger Flächenlichtmodulator erlaubt die Erzeugung eines ortsaufgelösten Belichtungsmusters zur Belichtung des Reaktionsträgers.

Als elektronisch ansteuerbare Reflexionsmatrix 10a kann alternativ auch ein Flächenlichtmodulator mit einem oder mehreren mikromechanischen Spiegelarrays verwendet werden, wie er in dem Datenblatt mit dem Titel "Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays" erläutert ist, welches vom Fraunhofer Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme, D 01109 Dresden, herausgegeben wurde (Angaben daraus auf Seiten 48-52 der vorliegenden Anmeldung). Reflexions-Flächenlichtmodulatoren sind ferner von der Fa. Texas Instruments entwickelt worden.

Ganz allgemein eignen sich solche elektronisch steuerbare Spiegelmatrizen in CMOS-40V-Technik sehr gut für die Belange der vorliegenden Erfindung, da sie in einem weiten Spektralbereich, insbesondere auch in UV-Spektralbereich des Lichtes eingesetzt werden können, um die gewünschten Belichtungsmuster zu erzeugen. Dies gilt nicht für UV-empfindliche Spiegelmatrizen in z.B. 5V-Technik.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

- 38 -

Bei der Strahlengangführung gemäß Fig. 2 ist noch ein Lichtumlenkelement 24 erforderlich, bei dem es sich beispielsweise um einen teildurchlässigen Spiegel handelt, der das von der Lichtquelle 8 her kommende Licht zur Reflexionsmatrix 10a hin umlenkt und das von der Reflexionsmatrix 10a zurückreflektierte Licht nach unten hin zu dem Reaktionsträger 4 durchläßt, so daß auf dem Reaktionsträger 4 oder gegebenenfalls in dem Reaktionsträger 4 das nach Maßgabe der Ansteuerung der Reflexionsmatrix 10a erzeugte Belichtungsmuster zur Photoaktivierung, Analyse oder Manipulation von biochemischen Vorgängen genutzt werden kann.

10

Fig. 3 zeigt eine Variante der Ausführungsform nach Fig. 2, wobei die Ausführungsform der Fig. 3 einen Strahlengang aufweist, bei dem auf das in Fig. 2 mit 24 bezeichnete Umlenkelement verzichtet werden kann, da die steuerbare Reflexionsmatrix 10a so angeordnet ist, daß sie von der Lichtquelle 8 kommendes Licht nach Maßgabe des gewählten Belichtungsmusters zum Reaktionsträger 4 hin umlenken kann. Bei Verwendung eines Aufbaus entsprechend der Variante von Fig. 3 sieht man in Fig. 13 die Abbildung eines Trägers mit mäanderförmigem Kanal. Dabei befinden sich zwischen Träger und CCD-Sensor keinerlei optische Elemente, es handelt sich um linsenlose Direktdetektion. Als Lichtquelle dient in diesem Fall ein Laser.

25

Fig. 4 zeigt in einer schematischen Darstellung eine weitere Ausführungsform einer Anordnung zur Herstellung, Untersuchung oder/und Manipulation eines Trägers nach der vorliegenden Erfindung. Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 wird als Belichtungsmatrix eine Matrixanordnung 10b aus Lichtquellen, beispielsweise ein Mikrolaser-Array oder ein Mikrodioden-Array, verwendet. Es finden zur Zeit Entwicklungen statt, die darauf zielen, eine Vielzahl von mikroskopisch kleinen Halbleiterlasern als winzige, leistungsfähige Lichtquellen auf einem einzigen Chip unterzubringen. Ein derartiger steuerbarer "Licht-Chip" könnte als Matrix 10b herangezogen werden. Bezuglich Literatur zum Hintergrund der "Lichtchips" kann z.B. auf

- 39 -

die Zeitschriften: Nature 3, 97, S. 294 - 295, 1999 und MPC-Spiegel 4/98, S. 13 - 17 verwiesen werden.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung, bei der der Detektionsmodul 6 mit Sensormatrix 16 für Auflicht- bzw. Rücklichtbeobachtung des Reaktionsträgers 4 eingerichtet ist.

Sämtliche Anordnungen nach den Figuren 1 - 5 können als Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien versehenen Testbereichs eines Trägers verwendet werden. Dies kann in einer Weise geschehen, wie es in der deutschen Patentanmeldung 198 39 254.0 offenbart ist.

Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch eine Ausführungsform eines Trägers 4 nach der Erfindung, wobei sich diese Ausführungsform dadurch auszeichnet, daß die Belichtungsmatrix 10 Bestandteil des Trägerkörpers 4 ist. Als Belichtungsmatrix wird in diesem Fall vorzugsweise eine Lichtventil-Matrix verwendet, die zusammen mit ihrem Chipträger 4 entsorgt werden kann, nachdem der Träger nicht mehr gebraucht wird.

Im Beispielsfall der Fig. 6 weist der Trägerkörper 4 Kapillarkanäle 30 auf, deren Wände als Präparationsoberfläche für die Beschichtung mit biologisch oder biochemisch funktionellen Materialien dienen. Die Kanäle 30 können selektiv mit den betreffenden Reagenzien beschickt werden. In Fig. 6 sind folgende Einzelheiten zu erkennen: Begrenzungsschichten 32 mit lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Bereichen 34 bzw. 35, transparente Elektroden 36 mit dazwischen eingeschlossenen und von den Elektroden 36 zu beeinflussenden SPD-Teilchen (suspended particles) oder alternativ Flüssigkristallen 38.

- 40 -

Fig. 7 zeigt in einer stark vereinfachten schematischen Darstellung eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach der Erfindung in Form einer Sandwich-Struktur aus Lichtventilmatrix 103 (zweidimensionales Flüssigkristall-Belichtungselement), transparentem Probenträger 105 mit darin befindlichem Probenmaterial 107 und CCD-Matrix 109 (Bildaufnehmer). Lichtventilmatrix 103 und CCD-Matrix 109 sind von einer gemeinsamen (nicht gezeigten) Steuereinrichtung aus ansteuerbar, beispielsweise um einander zugeordnete Matrixelemente der Lichtventilmatrix und der CCD-Matrix gleichzeitig aktiv zu schalten.

10

Die gezeigte Anordnung eignet sich z.B. zur Messung der optischen Absorption des Probenmaterials 107 in dem transparenten Träger 105. Bei dem Probenmaterial 107 kann es sich beispielsweise um Mikropartikel (Smart-Beads) handeln. Eine solche Anordnung ist in Fig. 12 gezeigt. Hier 15 ist als transparenter Träger 105 eine kommerziell erhältliche Neubauer-Zellzählkammer mit farbigen Mikropartikeln 107 gefüllt worden. Bei Belichtung mit einer Lichtquelle 8, bestehend aus Kaltlichtquelle mit Faserauskopplung und Lochblende (802), können farbige Mikropartikel mit dem CCD-Sensor detektiert und die Farbe durch die Absorption bestimmt 20 werden (in schwarzweiß nicht zu sehen). Nach Markierung der Mikropartikel mit Fluoreszenzfarbstoffen lassen sich diese mit geeigneter Lichtquelle in gleicher Weise durch den CCD-Sensor detektieren.

Nicht zu erkennen in Fig. 7 sind Mittel zur Positionierung der 25 Lichtventilmatrix relativ zur CCD-Matrix. Hierbei könnte es sich beispielsweise um Mittel zum Verschwenken der Lichtventilmatrix 103 relativ zur CCD-Matrix 109 handeln. Selbstverständlich können zahlreiche andere Möglichkeiten gewählt werden, um die Lichtventilmatrix 103 und die 30 CCD-Matrix 109 lagerichtig zueinander zu positionieren und ggf. aneinander zu fixieren.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Fig. 8 zeigt eine weitere Anordnung zur ortsaufgelösten photochemischen Synthese von Polymersonden auf einem Träger und/oder zur Manipulation und/oder zur Untersuchung immobilisierter, biologischer, biochemisch funktioneller Materialien. Die Anordnung nach Fig. 8 kann begrifflich in die drei Funktionsbaugruppen 201, 203 und 206 unterteilt werden. Hierbei bildet das Systemmodul 201 eine Belichtungsmatrix z.B. in Form einer LED-Matrix, die softwaregesteuert ein Beleuchtungsmuster erzeugt, welches in dem Träger 203 die ortsaufgelöste photochemische Synthese von Polymersonden induzieren kann. Die Ankopplung des Beleuchtungsmusters in dem Träger 203 erfolgt mit Hilfe der Systemkomponente 202. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine mechanische Maske mit einer Lochblende für jedes LED-Matrixelement handeln. Besser geeignet ist die Verwendung mikrooptischer Bauelemente, wie z.B. Mikrolinsen. Des Weiteren kann es sich hierbei auch um ein "fused fiber optic taper" handeln, durch welches die Divergenz des von den einzelnen Lichtquellenelementen emittierten Lichtes erheblich vermindert werden kann. Gegenüber dem Träger 203 befindet sich auf der Austrittsseite des Lichtes ein optischer Vielkanaldetektor (vorzugsweise ein CCD-Sensor bzw. eine CCD-Kamera). Die Arbeitsweise dieser CCD-Kamera wird mit Hilfe einer geeigneten Hardware oder Software mit dem Betrieb der Belichtungsmatrix 201 abgestimmt. Zur Steuerung wird vorzugsweise ein Personal Computer verwendet, der die Belichtungsmatrix und die CCD-Kamera ansteuert. Zur Steuerung kann alternativ oder zusätzlich auch ein Frequenzgenerator herangezogen werden, mit dem die Belichtungsmatrix 201 und der dann "gegatete" CCD-Chip 206 elektronisch miteinander synchronisiert werden. Die letztere Ausführungsform wird insbesondere eine fluoreszenzspektroskopische Detektion der an den Träger 203 gebundenen Analyten ermöglichen, ohne daß zusätzliche frequenzselektive Elemente zwischen dem Träger 203 und der Detektormatrix 206 eingebracht werden müssen. Wie oben bereits erwähnt wurde, ist eine Voraussetzung für diese Methode jedoch, daß die einzelnen Elemente der Belichtungsmatrix im Zeitbereich weniger Nanosekunden ein- bzw. ausgeschaltet werden können. Alternativ

- 42 -

hierzu kann ein optisches Filter 204 bei der fluoreszenzspektroskopischen Detektion eine spektrale Separation des Anregungs- und Signallichtes ermöglichen. Bei Verwendung eines Filterrades 204 ist es darüber hinaus möglich, Analyten verschiedener Probenmaterialien, die mit 5 Fluoreszenzfarbstoffen deutlich unterschiedlicher Emissionsmaxima markiert worden sind, simultan auf dem gleichen Träger 203 zu analysieren. Die ortsselektive Abbildung des vom Träger 203 emittierten Signallichtes auf der Detektormatrix 206 kann optional mit der Baukomponente 205 erfolgen. Hierbei kann es sich entweder um ein abbildendes Linsensystem oder um 10 ein "fused fiber optic taper" handeln.

Die Figuren 9, 10 und 11 zeigen weitere mögliche Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. All diesen Ausführungsformen ist gemeinsam, daß das von der Belichtungsmatrix 201 erzeugte Beleuchtungsmuster verkleinert auf dem Träger 203 abgebildet wird. Elemente in den Figuren 9, 10 und 11, die von ihrer Funktion her den Elementen in Fig. 8 entsprechen, sind mit jeweils korrespondierenden Bezugszeichen gekennzeichnet, so daß diesbezüglich auf die Beschreibung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 8 verwiesen werden kann. Bei der 15 Ausführungsform nach Fig. 9 erfolgt die Verkleinerung der optischen Abbildung durch Strahlführung in einem "fused fiber optic taper" 207, wohingegen im Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 die Verkleinerung durch ein geeignetes abbildendes Linsensystem 208 realisiert wird. Hierbei können sowohl Makro- als auch Mikrolinsensysteme eingesetzt werden. Bei dem in 20 Fig. 11 dargestellten Ausführungsbeispiel wird schließlich eine Kombination eines "fused fiber optic tapers" 207 und eines abbildenden Linsensystems 25 208 verwendet.

Zusammenfassend sei in bezug auf die Figuren 8 - 11 noch folgendes 30 angemerkt. Sie zeigen eine Vorrichtung mit einer Lichtquellenmatrix, einer mikrooptischen Baukomponente sowie einer Verkleinerungsoptik zur lichtgesteuerten Induktion ortsaufgelöster chemischer bzw. biochemischer

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

- 43 -

Synthesen in einem Reaktionsträger. Im Falle der Verwendung einer LED-Matrix als Lichtquellenmatrix hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn nicht mehr als 75% der Lichtquellenmatrixfläche mit LED's bedeckt sind.

- 5 Es sei darauf hingewiesen, daß ein oder mehrere Spalte zwischen einzelnen Bauelementen der Vorrichtung mit einem optischen Fluid gefüllt sein können.

Bezugnehmend auf die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform der
10 Erfindung zeigt Figur 12 eine Anordnung umfassend einen transparenten Träger 105, z.B. eine kommerziell erhältliche Neubauer-Zell-Zell-Kammer, die mit farbigen Mikropartikeln 107 gefüllt worden ist. Bei Belichtung mit einer Lichtquelle 8, z.B. einer Kaltlichtquelle mit einer Faserauskopplung und Lochblende (802) können die farbigen Mikropartikel mit der CCD-Sensormatrix (16) detektiert und die Farbe durch Absorption bestimmt werden. Bei Markierung der Mikropartikel mit Fluoreszenzfarbstoffen kann
15 eine Detektion durch den CCD-Sensor auf analoge Weise erfolgen.

Die Fig. 14 und 15 sind den Datenblättern: "Lichtmodulatoren mit
20 viskoelastischen Steuerschichten" und "Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays" des Fraunhofer-Institutes für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, IMS, 1998, entnommen (dort jeweils Fig. 1).

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Angaben aus dem Datenblatt:

"Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten"

des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, IIMS, D-01109 Dresden

Merkmale

Viskoelastische Steuerschichten bilden eine Klasse von hochauflösenden Flächenlichtmodulatoren (SLM's) mit deformierbaren Spiegelanordnungen. Sie bestehen aus einem Array unabhängig adressierbarer Steuerelektroden auf einer unterliegenden aktiven CMOS-Ansteuermatrix, die mit einem viskoelastischen Silikongel beschichtet ist. Darauf wird eine dünne Aluminiumschicht aufgebracht, die eine geschlossene Spiegeloberfläche bildet und eine hohe Reflektivität im gesamten Bereich von IR bis DUV aufweist.

Funktionsprinzip

Abb. 1 (wiedergegeben in Fig. 14 der vorliegenden Anmeldung) zeigt schematisch den Querschnitt einer viskoelastischen Steuerschicht. Zur Aktivierung wird eine Vorspannung zwischen Spiegel und Steuerelektroden gelegt, welche die Anordnung ganzflächig unter mechanischen Druck setzt. Die Oberfläche bleibt dabei zunächst glatt und wirkt für die Optik wie ein ebener Spiegel. Erst das Anlegen einer zusätzlichen Steuerspannung mit alternierender Polarität an benachbarte Steuerelektroden führt zu einer Deformation aufgrund der sich ändernden elektrischen Feldkräfte. Durch Wechsel der Polarität entweder in einer oder in beiden Raumrichtungen lassen sich dabei jeweils 1D- oder 2D-sinusförmige Deformationsprofile erzeugen.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Abb. 2 (des IMS-Datenblattes) zeigt dazu die an einem Steg-Spalt-Muster gemessenen Oberflächenprofile. Optisch stellen diese Deformationsprofile Phasengitter dar, deren Gitterperiode durch den Steuerelektrodenabstand definiert wird. Das einfallende Licht erfährt dabei eine Phasenmodulation entsprechend der durch die Spiegeldeformation gegebenen optischen Gangunterschiede. Durch geeignete Wahl der Deformationsamplitude kann hier nahezu das gesamte Licht in höhere Beugungsordnungen gebeugt werden, wohingegen das Licht von nicht-adressierten ebenen Pixeln allein in die nullte Ordnung fällt.

In Verbindung mit einem geeigneten optischen System kann dann erreicht werden, dass nur das Licht von nicht-adressierten Bereichen durchgelassen und als sichtbares Intensitätsmuster in die Bildebene projiziert wird.

Viskoelastische Steuerschichten eignen sich daher gut zur Erzeugung von Phasenmustern für optische Abbildungsanwendungen. Mit dieser Technologie wurde ein binär arbeitender SLM-Prototyp mit aktiver Matrix aus 1024 x 2048 Pixeln und $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ Pixelgröße entwickelt, wobei ein spezieller Hochvolt-CMOS-Prozess zur Ermöglichung von Steuerspannungen bis zu $\pm 15 \text{ V}$ eingesetzt wurde.

Abb. 3 (des IMS-Datenblattes) zeigt dazu das schematische Layout der aktiven Steuermatrix. Die Funktion dieses Prototyps wurde erfolgreich in einer Applikation zur schnellen Laserdirektbelichtung von sub- μ -Strukturen demonstriert. Er diente dabei zur Erzeugung von Phasenmustern aus den CAD-Layout-Daten von IC-Maskenlayern, die dann mit Hilfe des optischen Systems in ein Intensitätsbild zur Fotolackstrukturierung umgesetzt wurden.

Gegenwärtig befinden sich Lichtmodulatoren in der Entwicklung, die einen 4 Bit-Analogbetrieb und eine Staffelung der Bildfeldgröße in Schrit-

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

ten von 256 Pixeln je Richtung erlauben.

Anwendungen

Lichtmodulatoren mit viskoelastischen Steuerschichten eröffnen viele neue Anwendungsmöglichkeiten:

Display-Technologie:

- Video- und Daten-Projektion
- Head-up-Displays

Informationstechnologie:

- Optische Bild- und Datenverarbeitung
- optische Speicher

Fertigungstechnologie:

- Maskenloses Direktschreiben
- Laserablation und -fertigung

Technische Parameter

Pixelgröße	$> 16 \times 16 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	256 x 256 ... 1024 x 2048
Profil	1D, 2D sinusförmig
Modulation	phasenmodulierend
Betrieb	binär oder 4 Bit analog
Deformationsamplitude	0 150 nm
Steuerkurve	nahezu linear
Einstellzeit	< 2 ms
Dateneingänge	16, 32, 48, 64 Kanäle, 4 Bit, 5 V
Bildrate	100 Hz 500 Hz

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

opt. Füllgrad	100 %
Reflektivität	> 90 % (IR DUV)
Aufbautechnik	keramisches PGA-Gehäuse

User Evaluation Kit

Um die Möglichkeit anzubieten, alle grundlegenden SLM-Funktionen in einem anwenderspezifischen Umfeld zu testen, wurde ein User Evaluation Kit mit allen Komponenten für eine nutzerspezifische Bildprogrammierung der SLM's entwickelt.

SLM

Pixelgröße	16 x 16, 20 x 20, 24 x 24 μm^2
Pixelzahl	256 (160) x 256
Pixeldesign	kundenspezifisch
Betrieb	4 Bit analog

SLM-board

RAM	Speicherung von 2 Bildern
Bildrate	1 Hz (PC zu RAM) 500 Hz (RAM zu SLM)
I/O-Signale	Matrix Trigger, Matrix Ready

Datentransfer

- Über Kabelverbindung und digitaler I/O-Interface-Karte für ISA-Slot am PC

Software

- Konversion der Nutzerbilddaten von Bitmap in das SLM-Datenformat
- Kontrollfunktionen zum Datentransfer
- Einstellung der Steuerspannungspegel für 4 Bit Graustufen

Anforderungen

- Windows-kompatibler PC
- Bildmustererzeugung im Bitmap-Datenformat, z.B. mit Paintbrush

Angaben aus dem Datenblatt:

"Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegelarrays"

des Fraunhofer-Institutes für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, IMS, D-01109 Dresden

Merkmale

Mikromechanische Spiegelarrays bilden eine Klasse von hochauflösenden Flächenlichtmodulatoren (SLM's) mit deformierbaren Spiegelanordnungen. Sie bestehen aus einem Array unabhängig adressierbarer Mikrospiegel, die mit den Methoden der Oberflächen-Mikromechanik in einem komplett CMOS-kompatiblen Prozess auf einer unterliegenden aktiven Matrix-Steuerschaltung hergestellt werden. Der Prozess benötigt lediglich drei zusätzliche Masken und erlaubt damit eine einfache Anpassung der lichtmodulierenden Eigenschaften an die verschiedensten anwendungsspezifischen Erfordernisse durch bloße Änderung der Spiegelarchitektur.

Funktionsprinzip

Die Mikrospiegel werden mit einer Opferschicht-Technik hergestellt, so dass freitragende Spiegelemente über einem Hohraum mit unterliegender Steuerelektrode entstehen.

Spiegel und Stützpfeile bestehen dabei gleichermaßen aus Aluminium, um eine hohe Reflektivität über einem breiten Spektralbereich von IR bis

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

DUV zu gewährleisten.

Die Aktivierung erfolgt durch Anlegen einer Steuerspannung zwischen Spiegel und Steuerelektrode, so dass die Spiegel infolge der elektrostatischen Kraftwirkung in den Hohlraum hinein deformiert werden. Die damit verbundenen optischen Gangunterschiede führen beim einfallenden Licht zu einer entsprechenden Phasenmodulation. Das Deformationsprofil und damit die lichtmodulierenden Eigenschaften hängen dabei stark von der jeweiligen Spiegelarchitektur ab. Hier lassen sich die drei grundlegenden Fälle phasenmodulierend, phasenschiebend und lichtumlenkend unterscheiden.

Aus der Vielzahl der möglichen Pixelarchitekturen wurden die beiden Strukturen aus Abb. 1 (wiedergegeben in Fig. 15 der vorliegenden Anmeldung) näher untersucht.

Bei der ersten Variante werden durch elektrostatische Deformation von vier identischen Spiegelsegmenten optische Phasengitter erzeugt, in denen ein Pixel jeweils eine Gitterperiode mit inversem pyramidenförmigen Phasenprofil definiert. Diese Variante eignet sich gut zur Generierung von Phasenmustern für optische Abbildungsanwendungen.

Die zweite Variante besteht aus einer von vier Armen gehaltenen Spiegelplatte, die bei elektrischer Ansteuerung eine ebene, kolbenartige Senkbewegung liefert und damit eine pixelweise Einstellung der Phase des einfallenden Lichts erlaubt. Diese Variante eignet sich gut zur Phasenfrontkorrektur in adaptiven Optiken.

Derartige Mikrospiegel wurden bereits auf passiven Matrizen zur Untersuchung der elektromechanischen Eigenschaften aufgebaut (Abb. 2, 3 des IMS-Datenblattes). Die gemessenen Kurven in Abb. 4 (des IMS-Datenblattes) zeigen dazu das typische Deformationsverhalten. Im

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Analogbereich steigt die Deformation nahezu quadratisch mit der Steuerspannung an. Oberhalb des sogenannten Pull-in-Points schalten die Spiegel jedoch aufgrund der Mitkopplung durch das elektrische Feld spontan in den voll ausgelenkten Zustand, so dass hier nur noch ein binärer Betrieb möglich ist. Um die Spiegel schließlich wieder in einen Gleichgewichtszustand zwischen mechanischen und elektrischen Kräften zurückzusetzen, ist eine entsprechende Reduzierung der Steuerspannung erforderlich.

Anwendungen

Lichtmodulatoren mit mikromechanischen Spiegeln eröffnen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten:

Displaytechnologie:

- **Video- und Daten-Projektion**
- **Head-up-Displays**

Informationstechnologie:

- **Optische Bild- und Datenverarbeitung**
- **Optische Speicher**

Phasenfrontkorrektur adaptiven Optiken

Fertigungstechnologie:

- **Maskenloses Direktschreiben**
- **Laserablation und -fertigung**

Medizintechnik:

- **Laser-Scanning-Tomographie**
- **Laser-Chirurgie**
- **Endoskopische Head-up-Displays**

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Technische Parameter

Pixelgröße	$> 16 \times 16 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	256 x 256 ... 1024 x 2048
Pixeldesign	kundenspezifisch, Pyramiden-, Senk-, Torsionselemente, ...
Profil	pyramiden-, rechteckförmig, Sägezahn,
Modulation	phasenmodulierend bzw. -schiebend, umlenkend
Betrieb	binär oder 4 Bit analog
Deformationsamplitude	0 1,2 μm (analog) bis zu 5,0 μm (binär)
Steuerkurve	nicht-linear
Einstellzeit	10 μs (typ.)
Bildrate	100 Hz 1 kHz
opt. Füllgrad	80 90%
Reflektivität	> 90% (IR DUV)

User Evaluation Kit

Um die Möglichkeit anzubieten, alle grundlegenden SLM-Funktionen in einem anwenderspezifischen Umfeld zu testen, wurde ein User Evaluation Kit mit allen Komponenten für eine nutzerspezifische Bildprogrammierung der SLM's entwickelt.

SLM

Pixelgröße	$16 \times 16, 20 \times 20, 24 \times 24 \mu\text{m}^2$
Pixelzahl	256 (160) x 256
Pixeldesign	kundenspezifisch
Betrieb	4 Bit analog

**BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP**

SLM-board

RAM	Speicherung von 4 Bildern
Bildrate	1 Hz (PC zu RAM)
	500 Hz (RAM zu SLM)
I/O-Signale	Matrix Trigger, Matrix Ready

Datentransfer

- Über Kabelverbindung und digitaler I/O-Interface-Karte für ISA-Slot am PC

Software

- Konversion der Nutzerbilddaten von Bitmap in das SLM-Datenformat
- Kontrollfunktionen zum Datentransfer
- Einstellung der Steuerspannungspegel für 4 Bit Graustufen

Anforderungen

- Windows-kompatibler PC
- Bildmustererzeugung im Bitmap-Datenformat, z.B. mit Paintbrush

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers (BioChip) umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Trägers mit einer Oberfläche, die photoaktivierbare Gruppen aufweist,
- (b) Aktivieren der photoaktivierbaren Gruppen auf mindestens einem vorbestimmten Bereich der Trägeroberfläche durch ortsspezifische Belichtung des Trägers mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist,
- (c) ortsspezifisches Binden von biologisch oder chemisch funktionellen Materialien oder Bausteinen für solche Materialien auf mindestens einem der vorbestimmten Bereiche und
- (d) gegebenenfalls Wiederholen der Aktivierungs- und Bindschritte auf gleichen oder/und unterschiedlichen vorbestimmten Bereichen.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtung mit elektromagnetischer Strahlung im IR-Bereich, im sichtbaren Bereich, im UV-Bereich oder/und im Röntgenbereich erfolgt.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtung des Trägers durch pulsierende, kohärente, monochromatische, parallele oder/und gegebenenfalls in unterschiedlichen Ebenen fokussierbare Strahlung erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine parallele Belichtung unterschiedlicher vorbestimmter
Bereiche erfolgt.

5

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Belichtungsmatrix eine Reflexionsmatrix, insbesondere eine
Reflexionsmatrix mit einer gesteuert deformierbaren Spiegelanord-
nung verwendet wird.

10

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Reflexionsmatrix ein Lichtmodulator mit viskoelastischen
Steuerschichten verwendet wird oder ein Lichtmodulator mit
mikromechanischen Spiegelarrays verwendet wird.

15

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Belichtungsmatrix eine vorzugsweise auf einem Chip
präparierte Matrixanordnung aus Lichtquellen oder individuell
ansteuerbaren Bereichen einer Lichtquelle, insbesondere ein Laser-
array oder/und ein Diodenarray verwendet wird.

20

- 25 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß man einen optisch transparenten Träger verwendet.

30

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Träger eine Oberfläche ausgewählt aus Halbleitermaterialien, z.B. Silicium, Germanium oder Galliumarsenid, Glas, z.B. Quarzglas, und Kunststoffen aufweist.

- 5 10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die vorbestimmten aktivierten Bereiche eine Fläche von $1 \mu\text{m}^2$ bis 1 cm^2 , insbesondere $100 \mu\text{m}^2$ bis 1 mm^2 umfassen.
- 10 11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche von nichtaktivierten oder/und nichtaktivierbaren Bereichen umgeben sind.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Belichtungsmatrix ein für die vorbestimmten aktivierbaren Bereiche inhärentes Muster aufweist.
- 20 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien aus biologischen Substanzen oder mit biologischen Substanzen reaktiven Materialien ausgewählt werden.
- 25 14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien ausgewählt werden aus Nukleinsäuren und Nukleinsäurebausteinen, insbesondere Nukleotiden und Oligonukleotiden, Nukleinsäureanaloga wie PNA und Bausteinen davon, Peptiden und Proteinen und Bausteinen davon, insbesondere Aminosäuren, Sacchariden, Zellen,

subzellulären Präparationen, wie Zellorganellen oder Membranpräparationen, viralen Partikeln, Zellaggregaten, Allergenen, Pathogenen, pharmakologischen Wirkstoffen und diagnostischen Reagenzien.

- 5 15. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die biologisch oder chemisch funktionellen Materialien durch
 mehrstufigen Aufbau aus Monomer- oder/und Oligomerbausteinen auf
 dem Träger synthetisiert werden.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß eine Substanzbibliothek umfassend eine Vielzahl unterschiedli-
 cher biologisch oder chemisch funktionellen Materialien auf dem
15 Träger erzeugt wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Aktivierung von vorbestimmten Bereichen eine Schutz-
 gruppenabspaltung vom Träger selbst oder darauf gebundenen
 Materialien oder Bausteinen davon umfaßt.
- 25 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Belichtung mit einer Geschwindigkeit von 1/10000 bis 1000,
 vorzugsweise 1/10 bis 100 Lichtmustern pro Sekunde erfolgt.
- 30 19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Belichtung des Trägers durch eine Sensormatrix, insbeson-
 dere eine CCD-Matrix überwacht und gegebenenfalls gesteuert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix eine Durchlichtanordnung bilden.

5

21. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Belichtungsmatrix, der Träger und die Sensormatrix eine Auflichtanordnung bilden.

10

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
daß mit der Belichtungs- und der Sensormatrix eine Vorkalibrierung des Trägers durchgeführt wird.

15

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das zumindest teilweise Ablösen von auf den Träger synthetisierte Materialien, insbesondere Polymeren wie Nukleinsäuren, Nukleinsäureanaloga und Proteinen.

20

24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Materialien in unterschiedlichen Bereichen in aufeinanderfolgenden Schritten abgelöst und als Bausteine zum weiteren Aufbau von Polymeren, insbesondere Nukleinsäure-Polymeren, eingesetzt werden.

25

25. Verwendung einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, zur Herstellung eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien beschichteten Trägers.

30

26. Verwendung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Träger eine Vielzahl unterschiedlicher Materialien, insbesondere biologischer Materialien, enthält.

5

27. Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix, insbesondere Reflexionsmatrix, in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit biologisch oder chemisch funktionellen Materialien versehenen 2- oder 3-dimensionalen Testbereichs.

10

28. Verwendung nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Herstellung des Testbereichs in der Lichtemissions-Detektionseinrichtung erfolgt.

15

29. Verwendung nach Anspruch 27 oder 28,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Testbereich ausgewählt wird aus beschichteten Trägern, Ausstrichen, z.B. von Zellen oder Mikrobeads, und biologischen Proben, z.B. Gewebeschnitten oder Zellarrays.

20

30. Verwendung nach einem der Ansprüche 27 bis 29 in Verbindung mit einer Licht-Detektionsmatrix, insbesondere einer CCD-Matrix.

25

31. Verfahren zur Synthese von Polymeren,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Vielzahl von Oligomerbaublöcken auf einen Träger durch parallele Syntheseschritte aufgebaut, vom Träger abgelöst und untereinander zum Aufbau des Polymeren in Kontakt gebracht werden.

30

32. Verfahren nach Anspruch 31,
dadurch gekennzeichnet,
daß doppelsträngige Nukleinsäure-Polymeren mit einer Länge von
mindestens 300 bp, insbesondere mindestens 1000 bp synthetisiert
werden.

5

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 32,
dadurch gekennzeichnet,
daß Nukleinsäure-Polymeren ausgewählt aus Genen, Genclustern,
Chromosomen, viralen und bakteriellen Genomen oder Abschnitten
davon synthetisiert werden.

10

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 33,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Oligomerbaublöcke eine Länge von 5 bis 150, vorzugsweise
5 bis 30 Monomereinheiten aufweisen.

15

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 34,
dadurch gekennzeichnet,
daß in aufeinanderfolgenden Schritten jeweils partielle komplementäre
Oligonukleotidbaublöcke vom Träger abgelöst und unter Hybridi-
sierungsbedingungen miteinander bzw. mit dem Polymer-Zwischen-
produkt in Kontakt gebracht werden.

20

36. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, mit einer Belichtungsmatrix (10), die zur
Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters
steuerbar ist, einem die Belichtungsmatrix (10) und ggf. eine der
Belichtungsmatrix (10) zugeordnete Lichtquelle (8) tragenden
Rahmen, einer programmierbaren Steuereinrichtung (12) zur Steue-
rung der Belichtungsmatrix (10), einer an dem Rahmen vorgesehenen
Trägerhalterung zur Aufnahme und gezielten Positionierung eines

25

30

betreffenden Trägers (BioChips) (4) relativ zur Belichtungsmatrix (10), derart, daß von der Belichtungsmatrix (10) erzeugte Lichtmuster auf die betreffende Oberfläche des Trägers (4) projizierbar sind.

- 5 37. Vorrichtung nach Anspruch 36, wobei die Belichtungsmatrix eine Reflexionsmatrix, eine Lichtquellenmatrix oder eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix ist.
- 10 38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 36 bis 37, wobei eine optische Detektionseinrichtung (6) zur Beobachtung des Trägers (4) vorgesehen ist.
- 15 39. Vorrichtung nach Anspruch 38, wobei die optische Detektionseinrichtung (6) eine Sensormatrix (16), insbesondere CCD-Sensor, umfaßt.
- 20 40. Ein mit biologischen oder chemisch funktionellen Materialien beschichteter oder zu präparierender Träger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Träger (4) eine zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere Flüssigkristallmatrix, aufweist. (Fig. 6)
- 25 41. Lichtemissions-Detektionseinrichtung mit einer Belichtungsmatrix (103), die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einer der Belichtungsmatrix (103) zugewandt gegenüberliegenden Lichtsensormatrix (109) zur Detektion des optischen Verhaltens wenigstens einer Substanz, die an und/oder in einem zum mindesten bereichsweise im wesentlichen transparenten Träger (105) vorgesehen ist, der zwischen der Belichtungsmatrix (103) und der Lichtsensormatrix (109) positioniert oder ggf. auswechselbar positionierbar ist.

42. Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach Anspruch 41, wobei die Belichtungsmatrix (103) eine Reflexionsmatrix, eine selbstemittierende Belichtungsmatrix oder eine hinsichtlich ihrer Lichtdurchlässigkeit ortsselektiv steuerbare Belichtungsmatrix, insbesondere eine Lichtventilmatrix ist.
- 5
43. Lichtemissions-Detektionseinrichtung nach Anspruch 41 oder 42, wobei die Lichtsensormatrix (109) einen CCD-Sensor umfaßt.

1/14

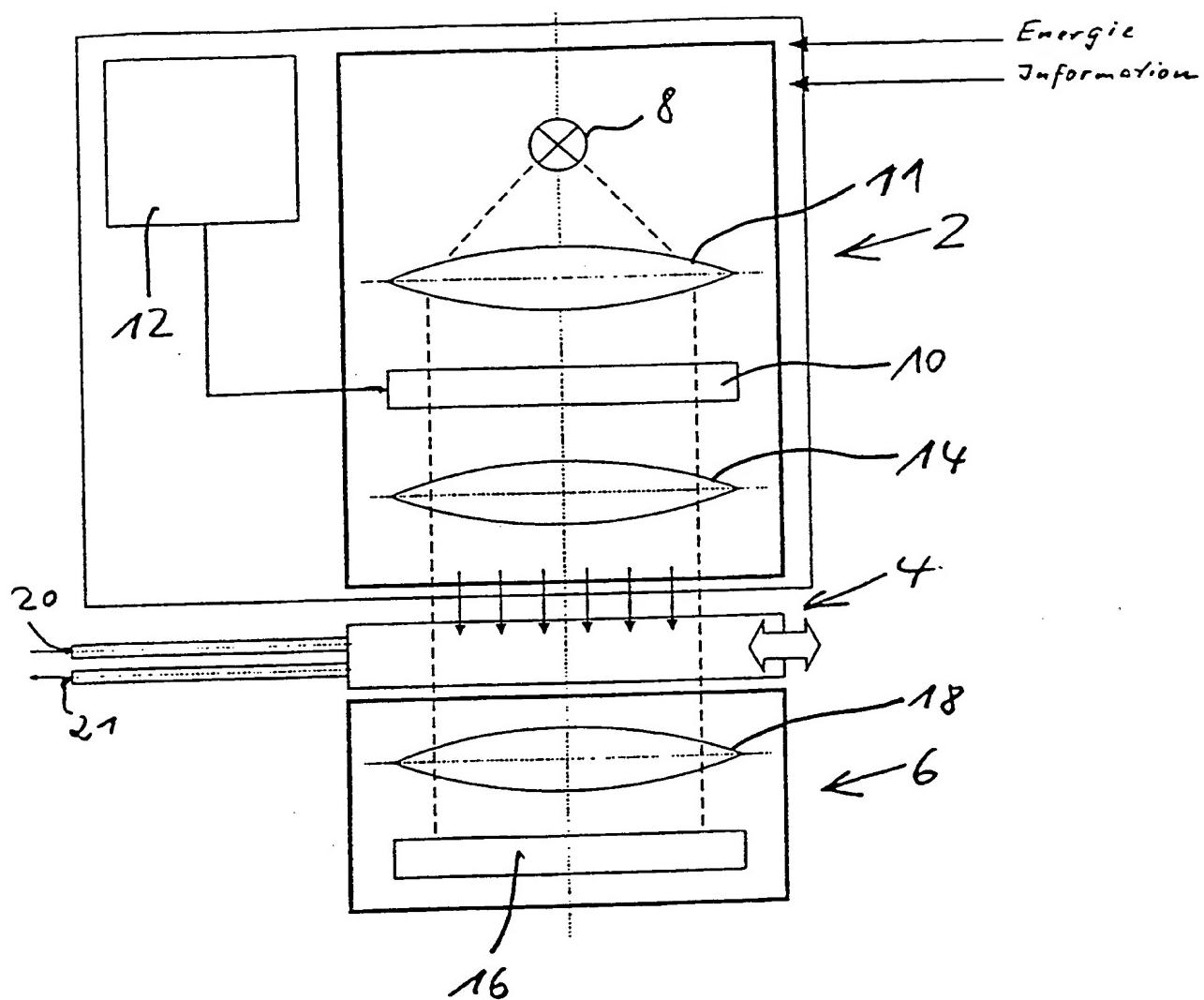


Fig. 1

ERSATZBLATT (REGEL 26)

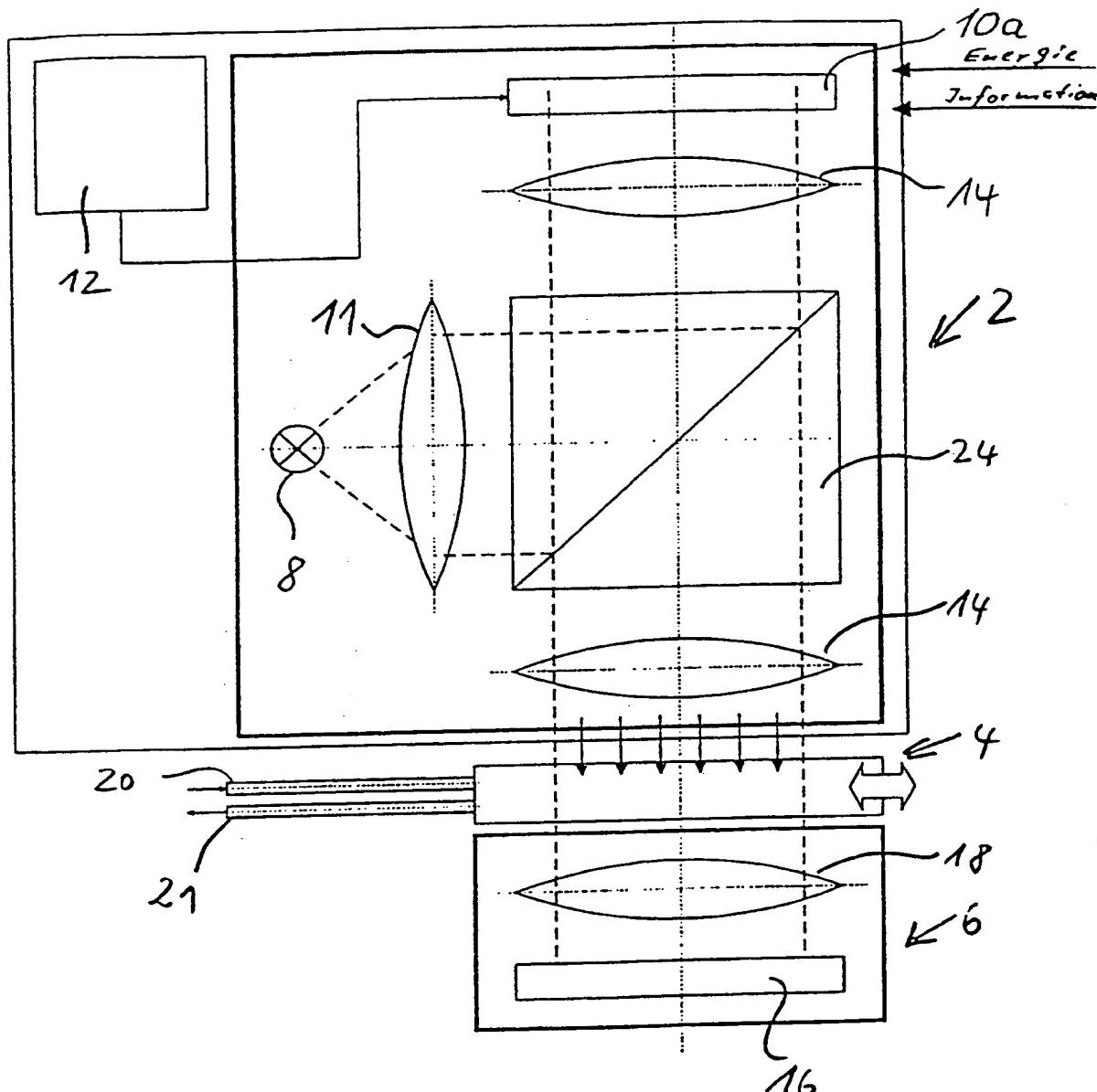


Fig. 2

ERSATZBLATT (REGEL 26)

3/14

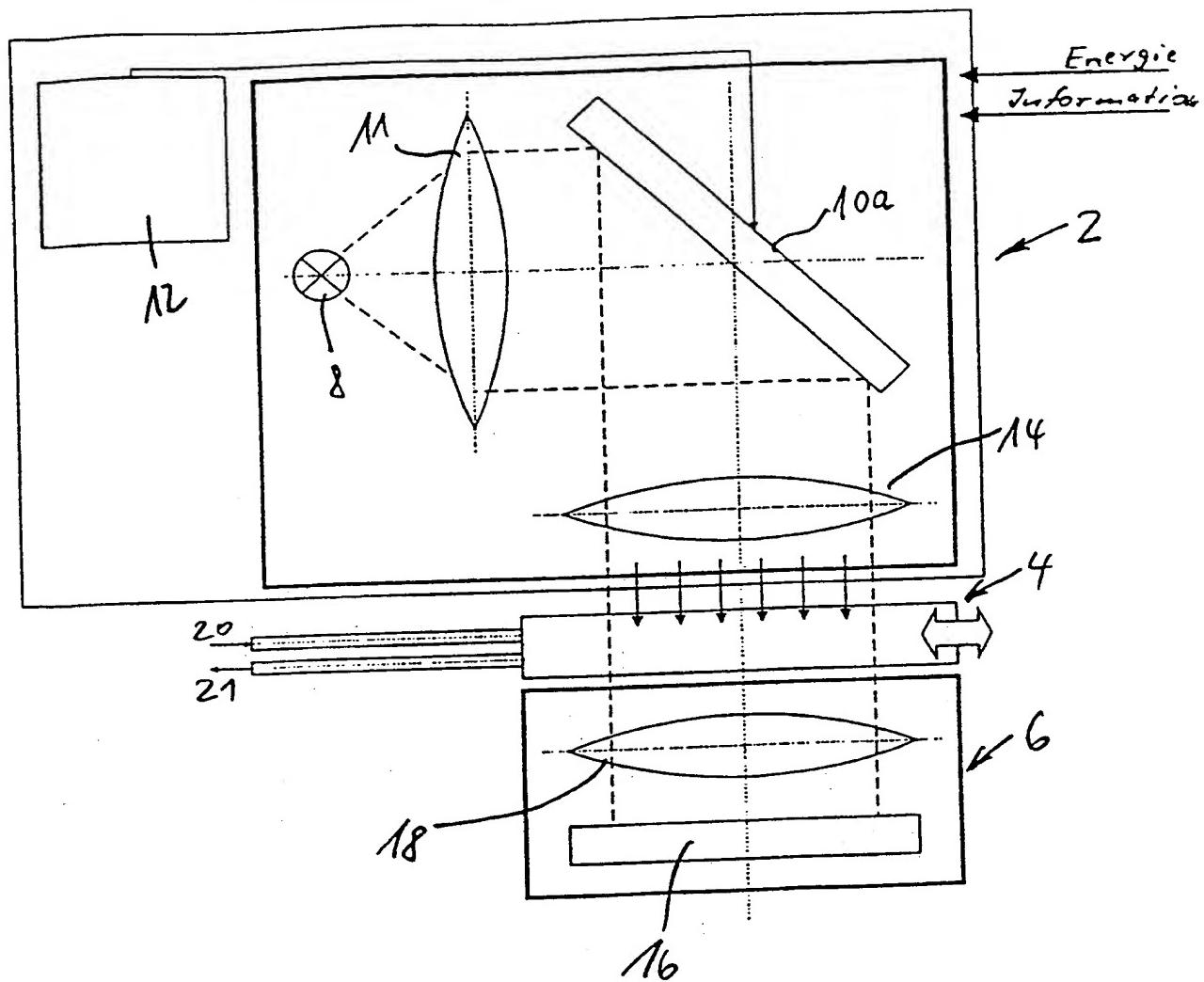


Fig. 3

ERSATZBLATT (REGEL 26)

4/14

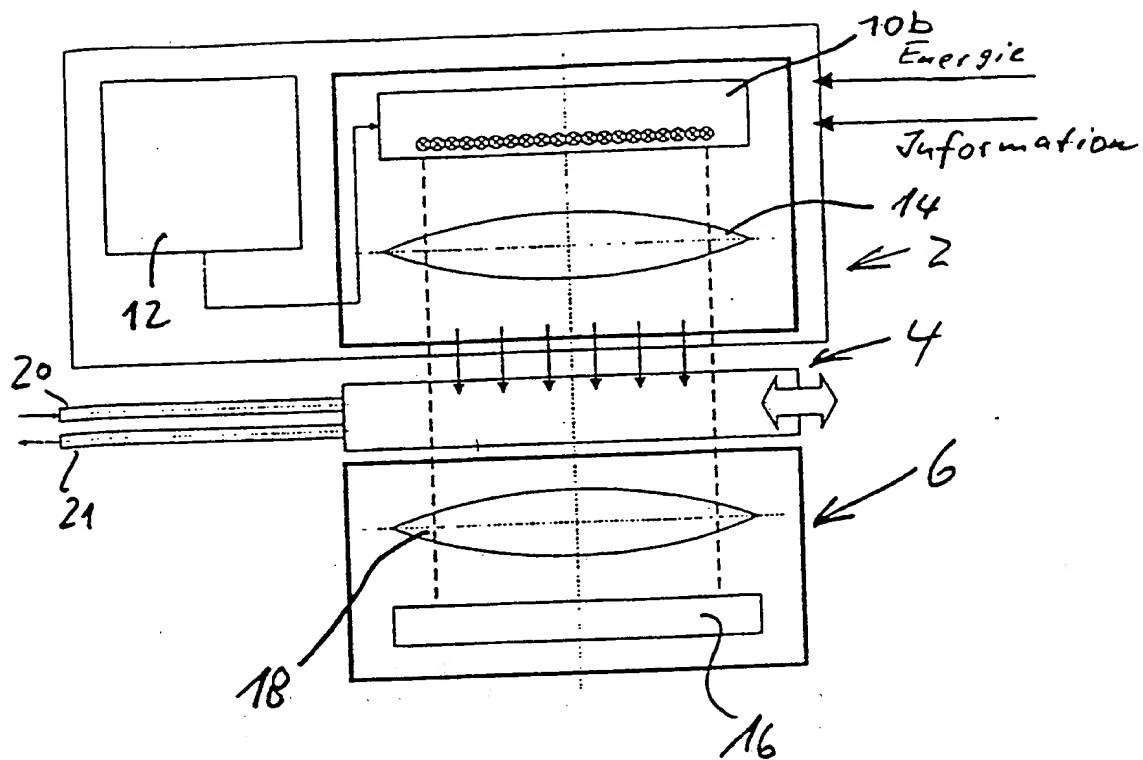


Fig. 4

ERSATZBLATT (REGEL 26)

5/14

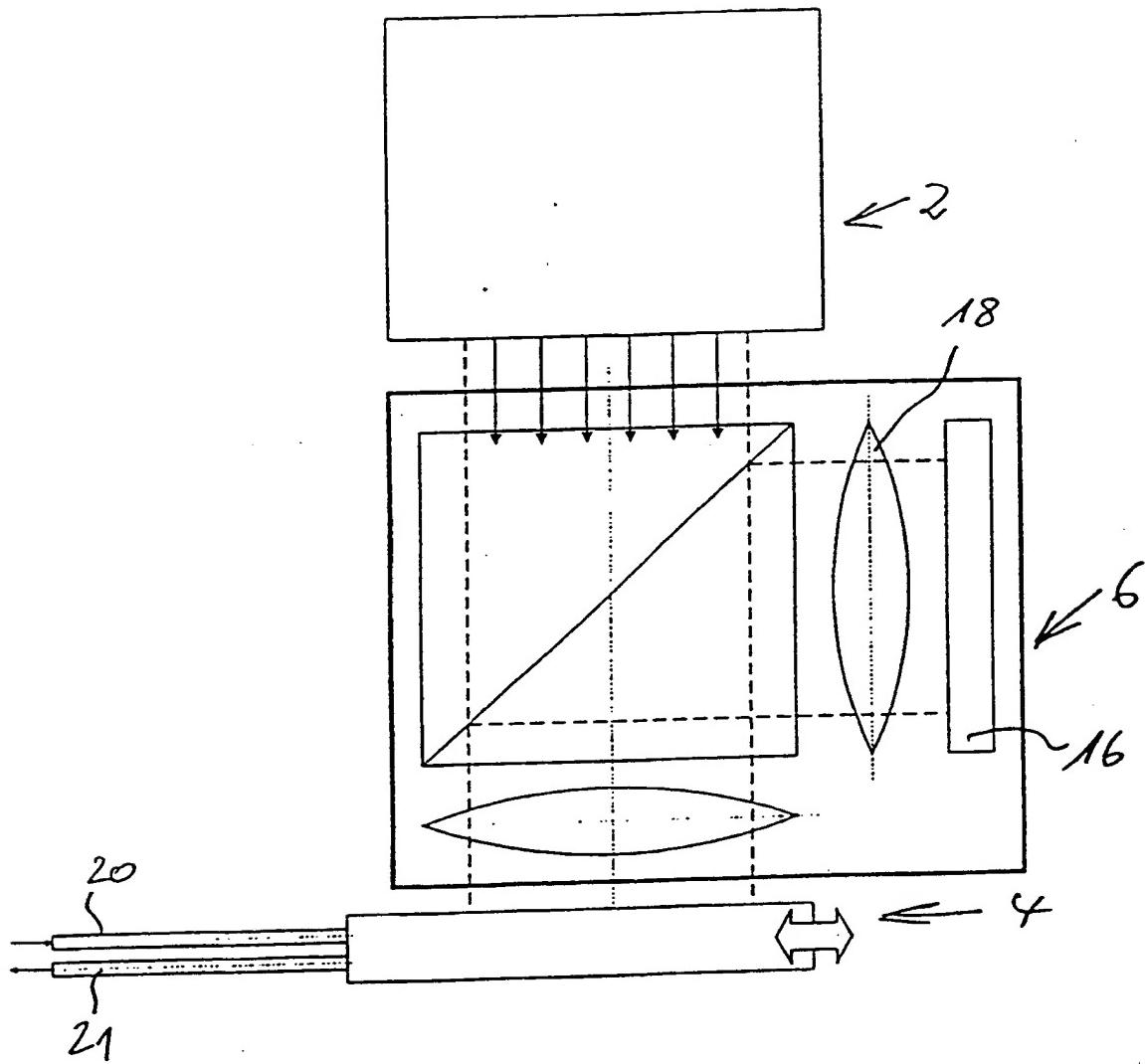
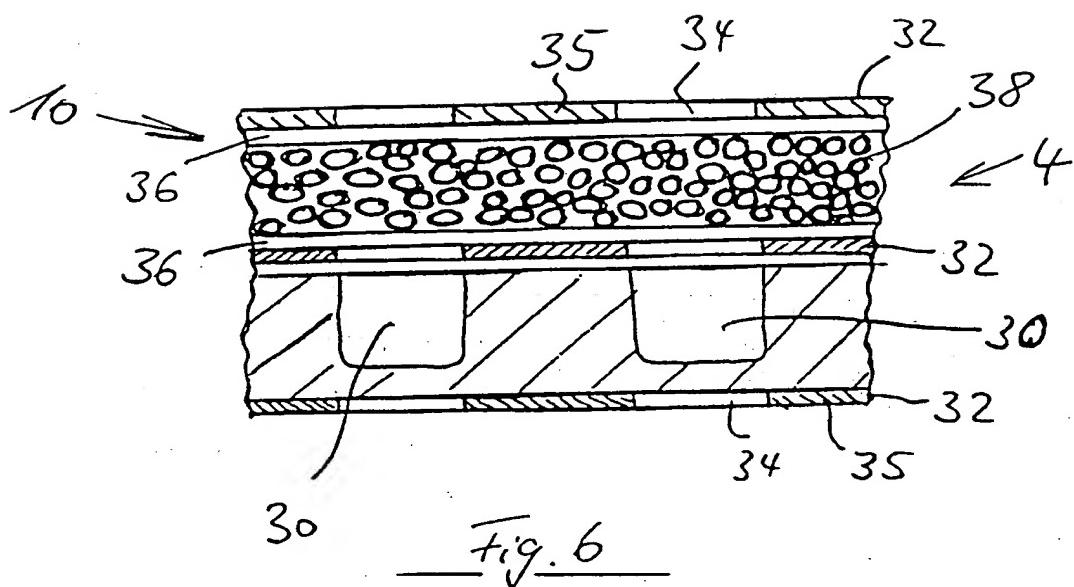


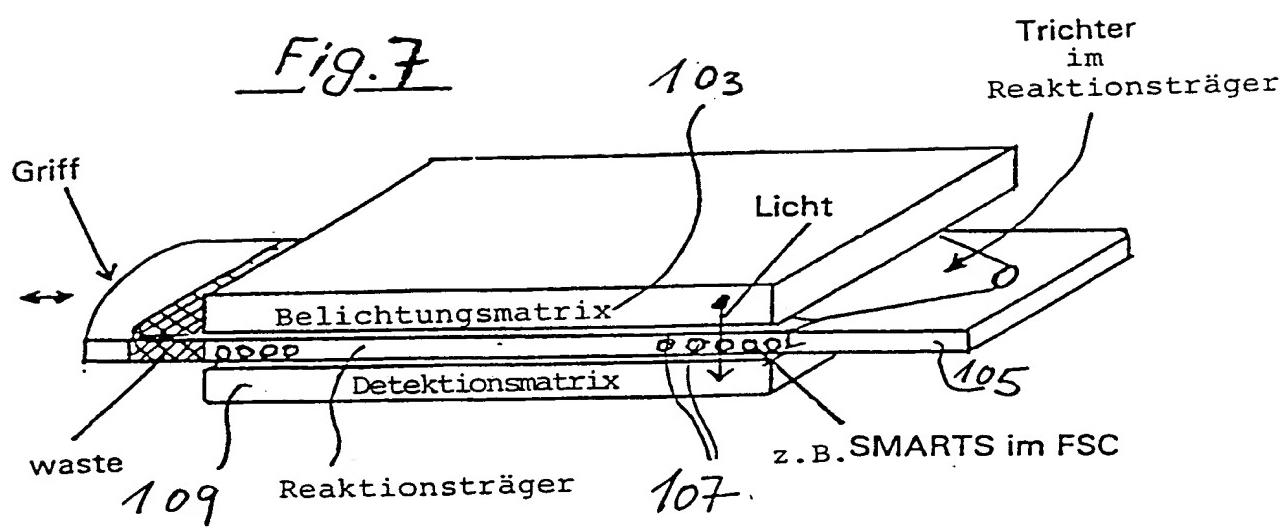
Fig.5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

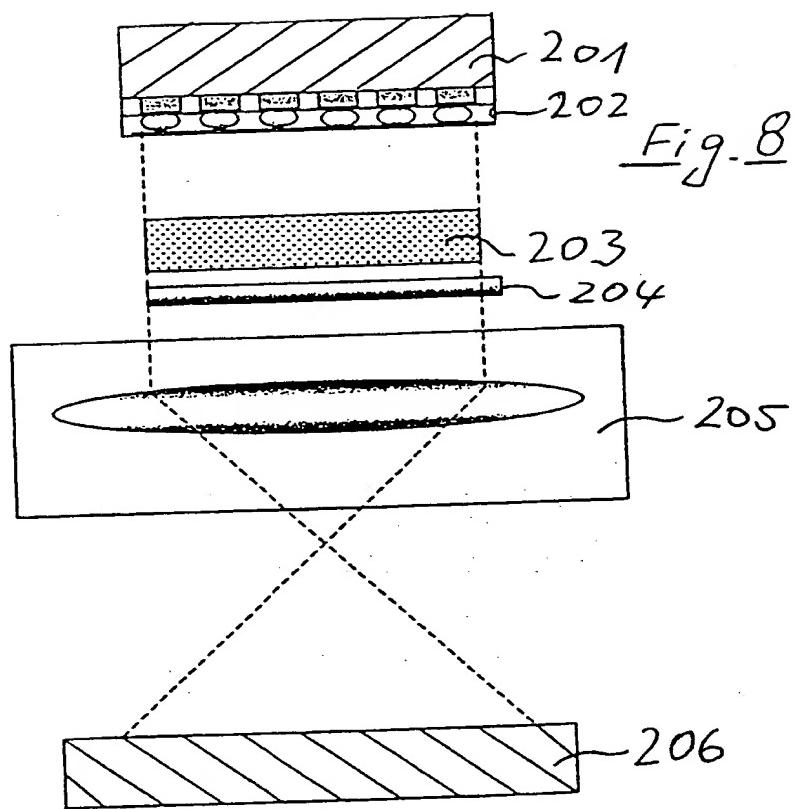
6/14



ERSATZBLATT (REGEL 26)

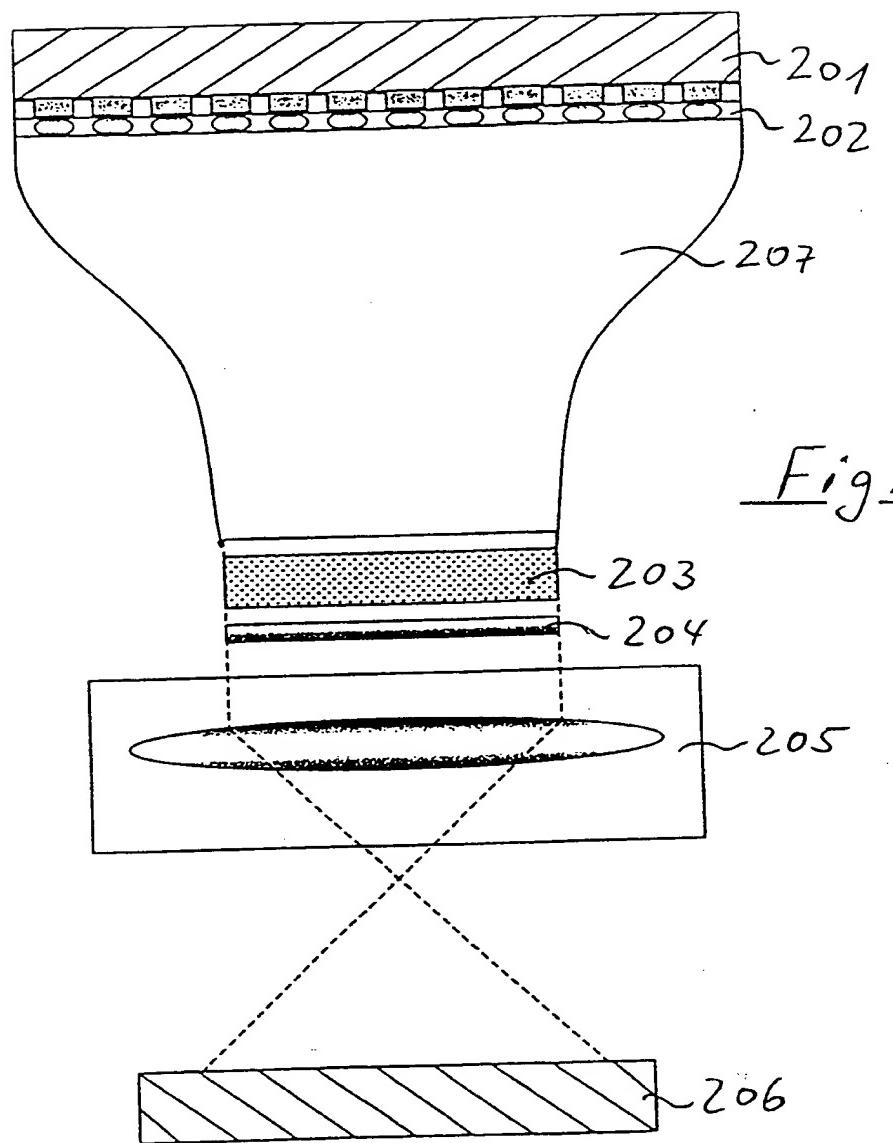
Fig. 7

ERSATZBLATT (REGEL 26)



ERSATZBLATT (REGEL 26)

9/14



ERSATZBLATT (REGEL 26)

10/14

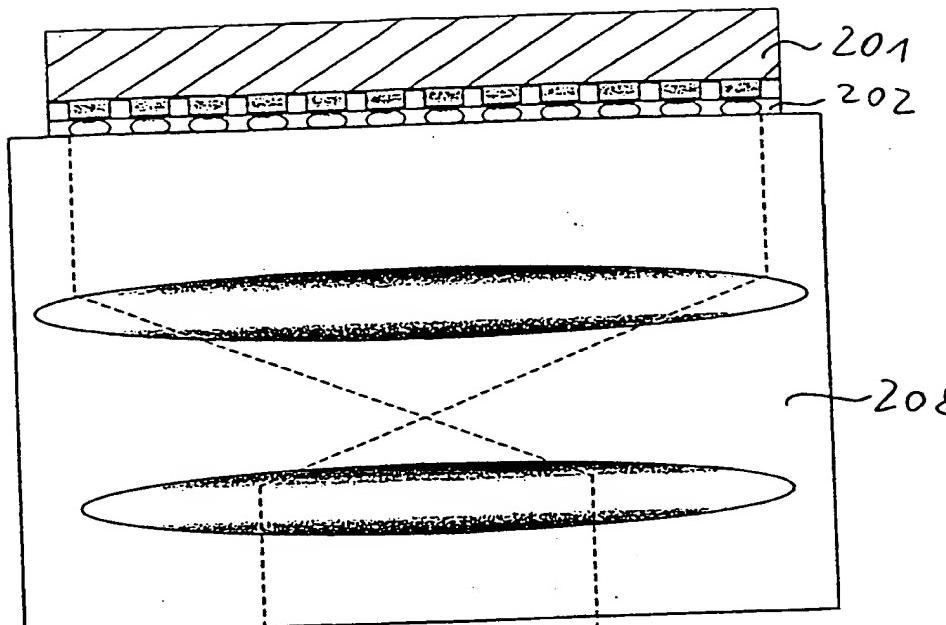
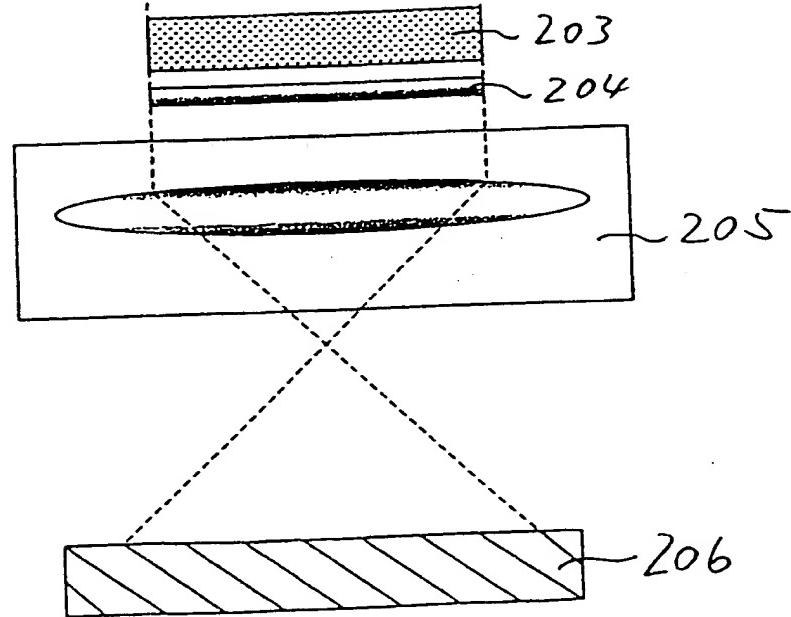
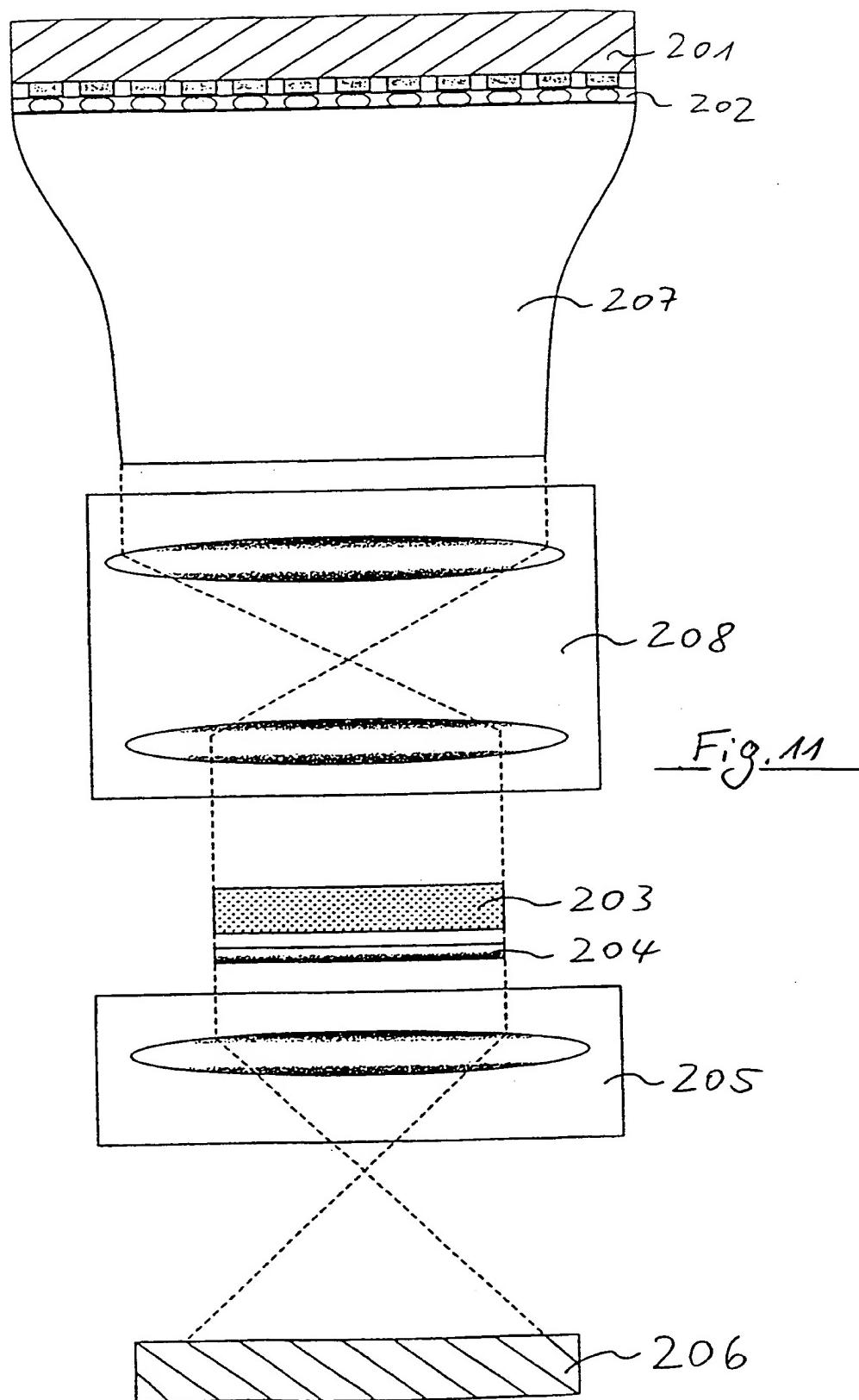


Fig. 10



ERSATZBLATT (REGEL 26)

11/14



ERSATZBLATT (REGEL 26)

12/14

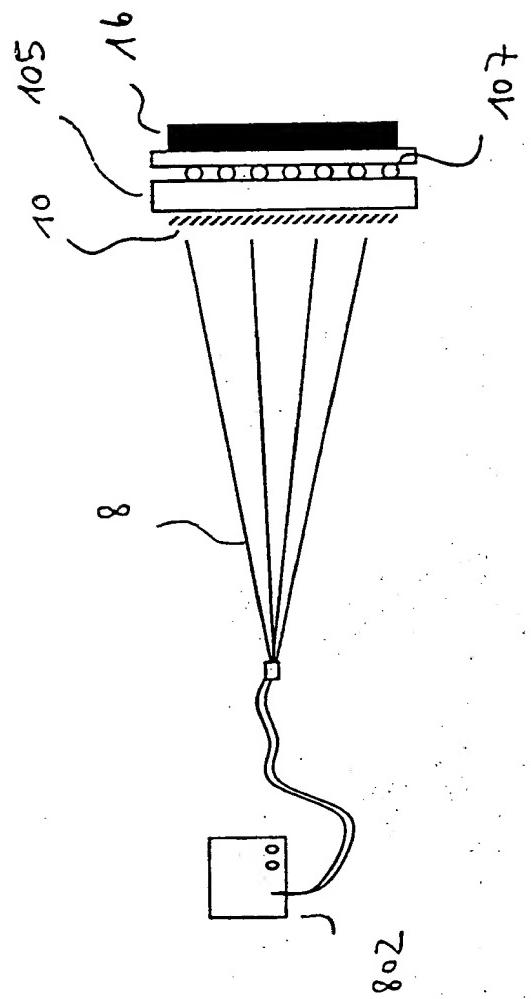


Fig. 12

ERSATZBLATT (REGEL 26)

13/14

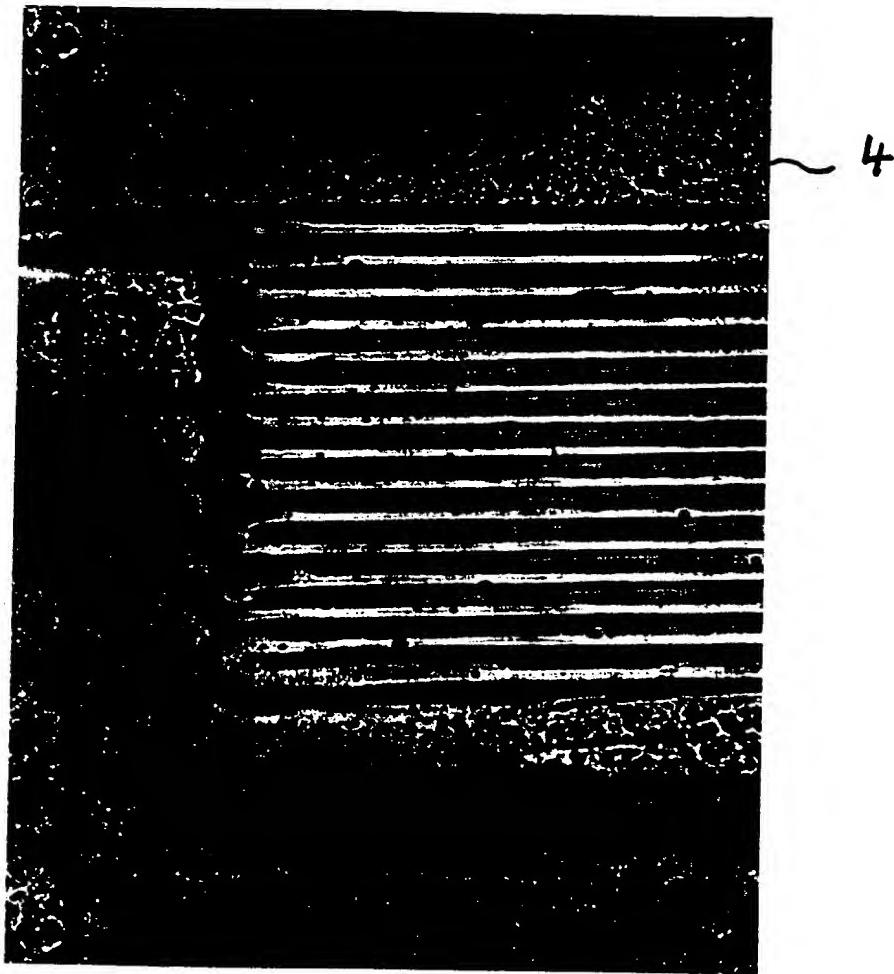


Fig. 13

ERSATZBLATT (REGEL 26)

14/14

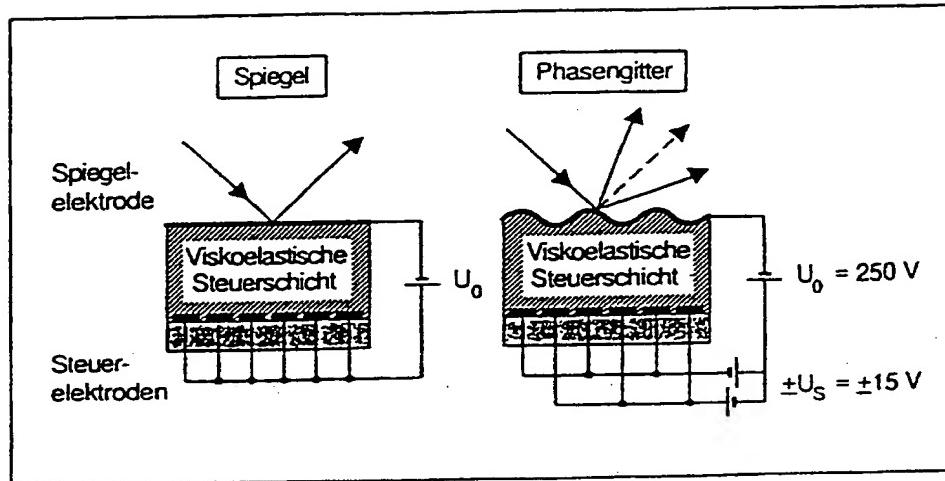


Fig. 14

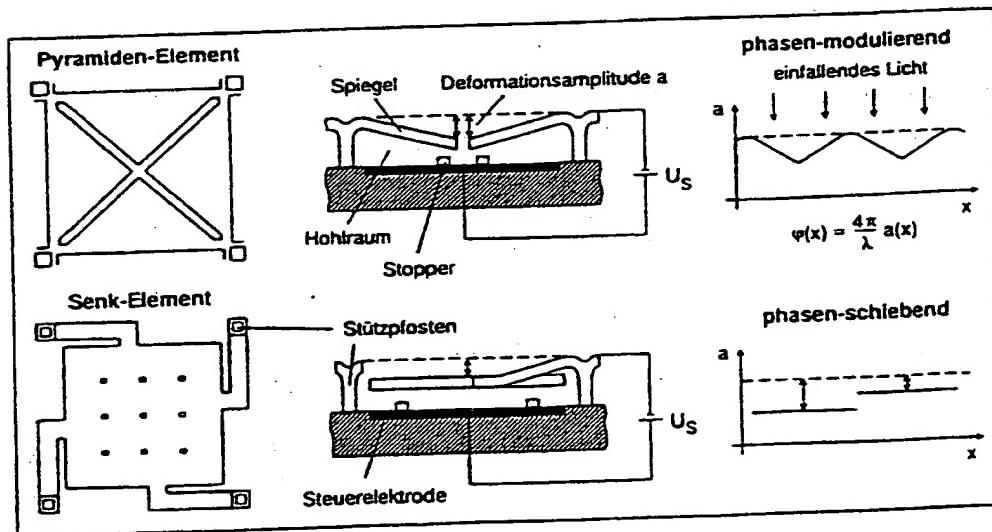


Fig. 15

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No
PCT/EP 99/06316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
IPC 7 B01J19/00 G01N21/00 G02B5/08 G02B26/08 G01N21/90				
<p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B01J G01N G02B				
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>				
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)</p>				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages			Relevant to claim No.
X	US 5 318 679 A (GARY M. NISHIOKA) 7 June 1994 (1994-06-07) the whole document			1-3, 8-17, 25, 26
A				4-7, 18-24
X	US 5 424 186 A (STEPHEN P.A. FODOR ET AL.) 13 June 1995 (1995-06-13) abstract column 18, line 25 - line 43 column 35, line 22 - line 59 figure 23			1-4, 8-17, 23-26
A				6, 18, 19
---		---		
---		-		
---		---		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>				
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report		
10 April 2000		17.04.00		
Name and mailing address of the ISA		Authorized officer		
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Stevnsborg, N		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	ional Application No
PCT/EP 99/06316	

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DATABASE INSPEC 'Online!' INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB DAVIDSON M: "A microlens direct-write concept for lithography" Database accession no. 5762686 XP002126304 abstract & EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES, vol. 3048, pages 346-355, Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1997, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X</p> <p>---</p>	1-26
A	<p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13 October 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002126306 abstract & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOOL., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997,</p> <p>---</p>	1-26
A	<p>WO 98 08085 A (THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM & SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL) 26 February 1998 (1998-02-26) abstract; figure 4</p> <p>---</p>	19-22
P,X	<p>WO 99 41007 A (UNIVERSITY OF HOUSTON & UNIVERSITY OF MICHIGAN) 19 August 1999 (1999-08-19) abstract page 29, line 18 -page 31, line 23 page 39, line 14 -page 41, line 9 figures 8A-8C,12</p> <p>---</p>	1-18, 23-26
P,X	<p>WO 99 42813 A (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 26 August 1999 (1999-08-26) abstract page 6, line 17 -page 13, line 22 figures 1-6</p> <p>---</p>	1-18, 23-26
E	<p>WO 99 60156 A (EPIGENOMICS GMBH) 25 November 1999 (1999-11-25) the whole document</p> <p>---</p> <p>-/-</p>	1,25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No

PCT/EP 99/06316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 99 63385 A (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 9 December 1999 (1999-12-09) the whole document ---	1-18, 23-26
T	SANGEET SINGH-GASSON ET AL.: "Maskless fabrication of light-directed oligonucleotide microarrays using a digital micromirror array" NATURE BIOTECHNOLOGY., vol. 17, October 1999 (1999-10), pages 974-978, XP002126301 NATURE PUBLISHING., US ISSN: 1087-0156 the whole document ---	1-26
T	Retrieved from the Internet: "Digital Optical Chemistry" <URL: http://pompous.swmed.edu/exptbio/doc/ > 'retrieved on 1999-12-20! (Last modified on 1999-06-14. First posted 06-1998). page 1-5 XP002126303 ---	1-26
T	R. COLIN JOHNSON: "Micromirror arrays perform photolithography step" EETTIMES.COM, 'Online! 20 December 1999 (1999-12-20), XP002126302 us Retrieved from the Internet: <URL: http://eet.com/story/technology/advanced/0EG19991012S0043 > 'retrieved on 1999-12-20! page 1-3 ---	1-26
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13 October 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002123247 abstract & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOOL., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997, ---	1-26

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No
PCT/EP 99/06316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 13683 A (SARNOFF CORPORATION) 2 April 1998 (1998-04-02) figures 1A,3A-7 page 11, line 28 - line 38 page 8, line 18 -page 10, line 36 page 7, line 20 - line 34 page 3, line 17 - line 26 page 2, line 24 - line 36 page 1, line 31 -page 2, line 8 abstract -----	27,29, 30,41-43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 99/06316

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See supplemental sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
1-30, 41-43
4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.



No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/06316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9942813	A 26-08-1999	AU 2780499	A	06-09-1999
WO 9960156	A 25-11-1999	DE 19823454	A	25-11-1999
		AU 4896899	A	06-12-1999
WO 9963385	A 09-12-1999	AU 4333799	A	20-12-1999
WO 9813683	A 02-04-1998	US 5854684	A	29-12-1998
		US 5872623	A	16-02-1999
		AU 4607197	A	17-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01J19/00 G01N21/00 G02B5/08

G02B26/08 G01N21/90

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01J G01N G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 318 679 A (GARY M. NISHIOKA) 7. Juni 1994 (1994-06-07) das ganze Dokument	1-3, 8-17, 25, 26
A	---	4-7, 18-24
X	US 5 424 186 A (STEPHEN P.A. FODOR ET AL.) 13. Juni 1995 (1995-06-13) Zusammenfassung Spalte 18, Zeile 25 – Zeile 43 Spalte 35, Zeile 22 – Zeile 59 Abbildung 23	1-4, 8-17, 23-26
A	---	6, 18, 19
	-/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10. April 2000

17.04.00

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stevnsborg, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 Internationales Aktenzeichen
 PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DATABASE INSPEC 'Online! INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STEVENAGE, GB DAVIDSON M: "A microlens direct-write concept for lithography" Database accession no. 5762686 XP002126304</p> <p>Zusammenfassung & EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES, Bd. 3048, Seiten 346-355, Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering, 1997, SPIE-Int. Soc. Opt. Eng, USA ISSN: 0277-786X</p>	1-26
A	<p>CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13. Oktober 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002126306</p> <p>Zusammenfassung & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOLOG., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997,</p>	1-26
A	<p>WO 98 08085 A (THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM & SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL) 26. Februar 1998 (1998-02-26)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildung 4</p>	19-22
P,X	<p>WO 99 41007 A (UNIVERSITY OF HOUSTON & UNIVERSITY OF MICHIGAN) 19. August 1999 (1999-08-19)</p> <p>Zusammenfassung Seite 29, Zeile 18 -Seite 31, Zeile 23 Seite 39, Zeile 14 -Seite 41, Zeile 9 Abbildungen 8A-8C,12</p>	1-18, 23-26
P,X	<p>WO 99 42813 A (WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION) 26. August 1999 (1999-08-26)</p> <p>Zusammenfassung Seite 6, Zeile 17 -Seite 13, Zeile 22 Abbildungen 1-6</p>	1-18, 23-26
E	<p>WO 99 60156 A (EPIGENOMICS GMBH) 25. November 1999 (1999-11-25)</p> <p>das ganze Dokument</p>	1,25
		-/-

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 99 63385 A (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 9. Dezember 1999 (1999-12-09) das ganze Dokument ---	1-18, 23-26
T	SANGEET SINGH-GASSON ET AL.: "Maskless fabrication of light-directed oligonucleotide microarrays using a digital micromirror array" NATURE BIOTECHNOLOGY., Bd. 17, Oktober 1999 (1999-10), Seiten 974-978, XP002126301 NATURE PUBLISHING., US ISSN: 1087-0156 das ganze Dokument ---	1-26
T	Retrieved from the Internet: "Digital Optical Chemistry" <URL: http://pompous.swmed.edu/exptbio/doc/ > 'retrieved on 1999-12-20! (Last modified on 1999-06-14. First posted 06-1998). Seite 1-5 XP002126303 ---	1-26
T	R. COLIN JOHNSON: "Micromirror arrays perform photolithography step" EETTIMES.COM, 'Online!' 20. Dezember 1999 (1999-12-20), XP002126302 us Retrieved from the Internet: <URL: http://eet.com/story/technology/advanced/OEG19991012S0043 > 'retrieved on 1999-12-20! Seite 1-3 ---	1-26
A	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 127, no. 15, 13. Oktober 1997 (1997-10-13) Columbus, Ohio, US; abstract no. 212440, BERTSCH, A. ET AL: "Study of the spatial resolution of a new 3D microfabrication process: the microstereophotolithog. using a dynamic mask-generator technique" XP002123247 Zusammenfassung & J. PHOTOCHEM. PHOTOBIOLOG., A (1997), 107(1-3), 275-281 ,1997, ---	1-26

-/--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 13683 A (SARNOFF CORPORATION) 2. April 1998 (1998-04-02) Abbildungen 1A,3A-7 Seite 11, Zeile 28 - Zeile 38 Seite 8, Zeile 18 -Seite 10, Zeile 36 Seite 7, Zeile 20 - Zeile 34 Seite 3, Zeile 17 - Zeile 26 Seite 2, Zeile 24 - Zeile 36 Seite 1, Zeile 31 -Seite 2, Zeile 8 Zusammenfassung -----	27,29, 30,41-43

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 99/06316

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
1-30, 41-43

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
 Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
<p>Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:</p>	
<p>1. Ansprüche: 1-26</p> <p>Verfahren zur Herstellung vonträgergebundenen funktionellen Materialien mittels einer steuerbaren Belichtungsmatrix sowie Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix zur Herstellung vonträgergebundenen funktionellen Materialien.</p>	
<p>2. Ansprüche: 27-30, 41-43</p> <p>Verwendung einer steuerbaren Belichtungsmatrix in einer Lichtemissions-Detektionseinrichtung zur Detektion des optischen Verhaltens eines mit funktionellen Materialien versehenen Testbereichs, sowie eine Lichtemissions-Detektionseinrichtung mit einer Belichtungsmatrix, die zur Erzeugung eines wahlweise einstellbaren Belichtungsmusters steuerbar ist, und einer Lichtsensormatrix, die der Belichtungsmatrix zugewandt gegenüberliegend vorgesehen ist, und eines Träges mit wenigstens einer Substanz, der zwischen der Belichtungsmatrix und der Lichtsensormatrix positioniert ist.</p>	
<p>3. Ansprüche: 31-40</p> <p>Synthese von Polymeren, wobei eine Vielzahl von Oligomerbaublöcken auf einen Träger durch parallele Syntheseschritte aufgebaut werden, vom Träger abgelöst und untereinander zum Aufbau des Polymere in Kontakt gebracht werden.</p>	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5318679	A	07-06-1994		US 5449754 A		12-09-1995
				AU 2422492 A		02-03-1993
				WO 9302992 A		18-02-1993
US 5424186	A	13-06-1995		US 5143854 A		01-09-1992
				US 5770456 A		23-06-1998
				US 5527681 A		18-06-1996
				AT 110738 T		15-09-1994
				AT 175421 T		15-01-1999
				AU 651795 B		04-08-1994
				AU 5837190 A		07-01-1991
				AU 672723 B		10-10-1996
				AU 7765594 A		04-05-1995
				CA 2054706 A		08-12-1990
				DE 69012119 D		06-10-1994
				DE 69012119 T		22-12-1994
				DE 69032888 D		18-02-1999
				DE 69032888 T		29-07-1999
				DK 476014 T		14-11-1994
				EP 0476014 A		25-03-1992
				EP 0619321 A		12-10-1994
				EP 0902034 A		17-03-1999
				EP 0953835 A		03-11-1999
				ES 2058921 T		01-11-1994
				ES 2129101 T		01-06-1999
				GB 2248840 A, B		22-04-1992
				HK 61395 A		05-05-1995
				HK 64195 A		05-05-1995
				HU 59938 A		28-07-1992
				IL 94551 A		30-03-1995
				JP 11315095 A		16-11-1999
				JP 11021293 A		26-01-1999
				JP 4505763 T		08-10-1992
				KR 9701577 B		11-02-1997
				KR 9701578 B		11-02-1997
				WO 9015070 A		13-12-1990
				NL 191992 B		01-08-1996
				NL 9022056 T		02-03-1992
				NO 301233 B		29-09-1997
				NZ 233886 A		25-02-1993
				SG 13595 G		16-06-1995
				US 5744101 A		28-04-1998
				US 5489678 A		06-02-1996
				US 5889165 A		30-03-1999
				US 5753788 A		19-05-1998
				US 5744305 A		28-04-1998
				US 5547839 A		20-08-1996
				US 5800992 A		01-09-1998
				US 5902723 A		11-05-1999
				US 5405783 A		11-04-1995
				US 5871928 A		16-02-1999
				US 5510270 A		23-04-1996
				US 5445934 A		29-08-1995
WO 9808085	A	26-02-1998		US 5871628 A		16-02-1999
				AU 3986597 A		06-03-1998
WO 9941007	A	19-08-1999		AU 2671499 A		30-08-1999

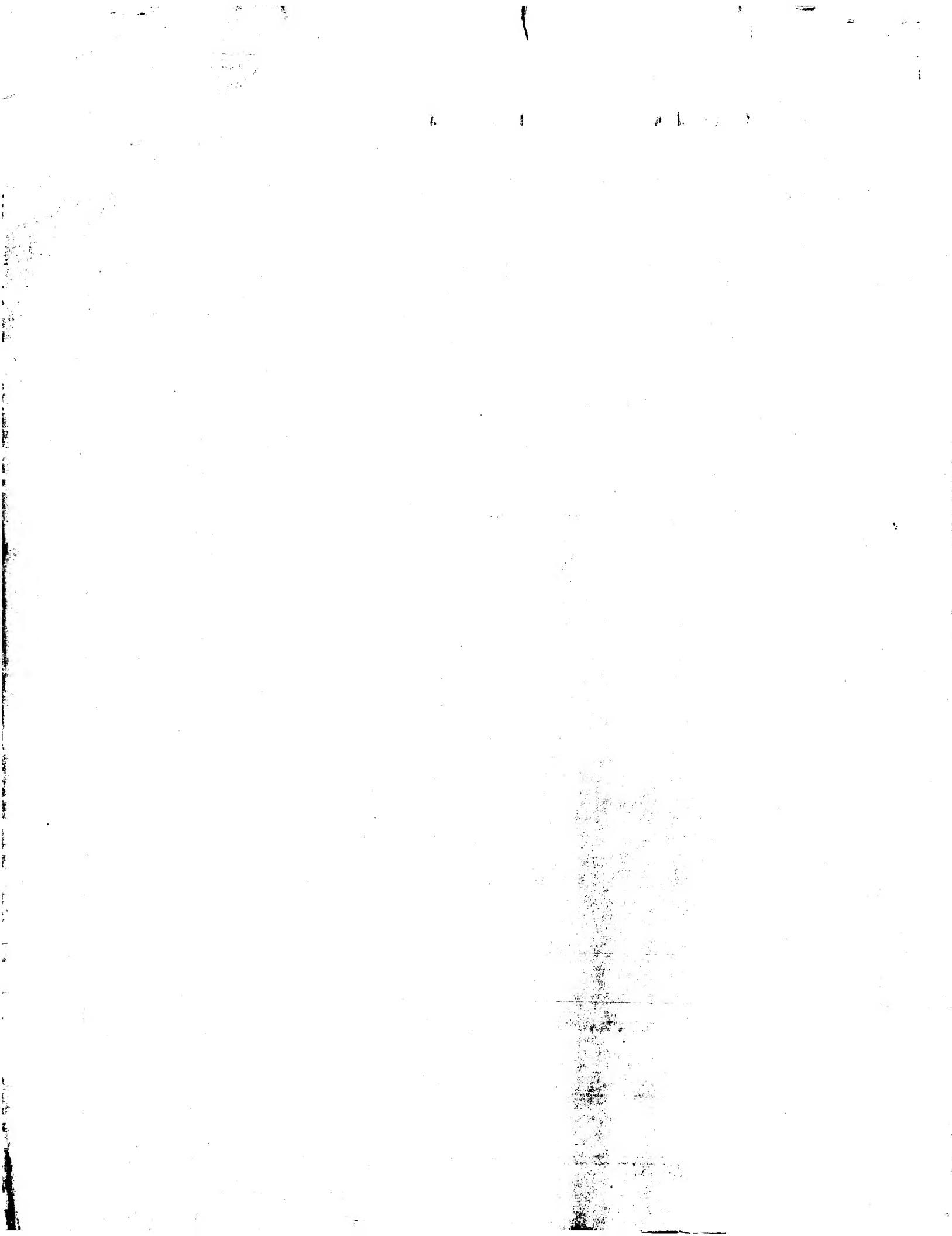
INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9942813	A	26-08-1999	AU	2780499 A		06-09-1999
WO 9960156	A	25-11-1999	DE	19823454 A		25-11-1999
			AU	4896899 A		06-12-1999
WO 9963385	A	09-12-1999	AU	4333799 A		20-12-1999
WO 9813683	A	02-04-1998	US	5854684 A		29-12-1998
			US	5872623 A		16-02-1999
			AU	4607197 A		17-04-1998



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

